VIRGIL V. SCURTU

colecția cristal

ÎN CĂUTAREA AȘTRILOR

EDITURA ALBATROS

250494

Pe baza unei bogate documentații, autorul trece în revistă realizările astronomiei de-a lungul timpului, prin opera marilor astronomi. Astfel, sînt înfățișate marile figuri ale astronomiei antice : Aristarh din Samos, Hiparh din Niceea, Claudiu Ptolemeu, Ulugbek, apoi trecerea de la sistemul geocentric la cel heliocentric, cu figura sa centrală Nicolaus Copernic și saltul la mecanica cerească fundamentată de J. Kepler și I. Newton, ajungînd la astrofizica modernă și la astronomia galactică și extragalactică.

colecția cristal

Lei 9,75

De obicei se afirmă că astronomia este una din cele mai vechi ştiinţe. Se mai menţionează că începuturile astronomiei ar data din epoca culturii asiro-babiloniene, care înflorea în Mesopotamia, cu circa 3—4 000 de ani î.e.n.

Iată însă că cercetări relativ recente consideră acest început al astronomiei în negura preistoriei, în perioada cînd omul de Cro Magnon (neanthropul) un veritabil „homo sapiens", venea să înlocuiască omul din Neanderthal. Este aproximativ anul 35 000 î.e.n., din care par să dateze o serie de oase pe care erau gravate fazele Lunii. În realitate credem că începuturile astronomiei sînt şi mai vechi, ele putîndu-se situa în momentul apariţiei poziţiei bipede la om, ceea ce i-a permis să vadă şi să observe CERUL. Dar date mai sigure, bazate pe înscrisuri, avem din epoca marilor civilizaţii indo-europene, în special al civilizaţiei antice greceşti. Dacă am căuta să exemplificăm cu nume ilustre unele realizări ale astronomiei elenistice, nu putem să nu citäm pe unii din marii ei filozofi. Astfel, Tales din Milet (sec. VII—VI î.e.n.) era considerat şi iscusit astronom, în seama sa punîndu-se chiar prevederea unei eclipse de Soare, care s-ar fi produs în anul 584 î.e.n., fapt ce, desigur, este o pură legendă. Un alt nume celebru este cel al lui Pitagora (c. 560—c. 500 î.e.n.), care denumeşte cerul COSMOS şi declară că Pămîntul are forma sferică. Parmenide din Eleea (c. 540—450) care, după Teophrast, ar fi susţinut şi el ideea sfericităţii Pămîntului, ar mai fi afirmat, după cum menţionează Plutarh, că „Luna mişcîndu-se în jurul Pămîntului iluminează nopţile cu o lumină împrumutată". În acel secol al V-lea î.e.n. mai trăia în oraşul Crotona (sau Tarent) un filozof pe nume Philolaos, care a emis şi alte idei originale : că în cen-

trul Universului nu se află Pământul, cum susțineau majoritatea filozofilor, ci un foc central, numit „Hestia" (inima). În jurul acestui foc central s-ar mișca și Pământul, iar cel mai apropiat corp de Hestia ar fi „Antiterra" sau antipământul, situat totdeauna de partea cealaltă, deci mereu invizibil.

Viziuni și concepții aproape de realitate a susținut și Democrit din Abdera (460—360 î.e.n.), care nu numai că a preconizat existența atomilor, dar a și interpretat corect aspectul albicios al Căii Lactee, prin prezența a nenumărate stele slabe pe care ochiul omenesc nu le poate distinge, fapt ce a putut fi confirmat după circa 2 000 de ani prin primele observații telescopice ale lui Galilei.

După Eudoxos din Knidos (408—355 î.e.n.), în centrul Universului ar fi totuși Pământul, în jurul căruia ar fi o serie de sfere concentrice, pe care s-ar afla celelalte corpuri cerești animate de diverse mișcări periodice perfecte. Sistemul sferelor homocentrice al lui Eudoxos a fost perfecționat de Callippos, probabil unul din elevii lui Zenon din Citium (c. 336—c. 264 î.e.n.). Cam în aceeași vreme, Heraclit din Pont (388—312 î.e.n.), probabil un discipol al lui Platon, emite ideea rotației axiale a Pământului. Contemporan cu acesta a fost însă marele Aristotel din Stagira (384—322 î.e.n.), preceptor al lui Alexandru Macedon, care era un adept al ideii geocentrice, dezvoltînd sistemul sferelor homocentrice.

Timp de două mii de ani cunoștințele despre Univers și astrele ce-l populează s-au acumulat grație activității neobosite ale unor savanți ca Copernic, Brahe, Galilei, Kepler, Newton, Gauss, Laplace, Herschel și alții pînă în prezent. Despre aceste contribuții va fi vorba în volumul de față.

*

Pe teritoriul țării noastre astronomia a apărut, ca și în alte locuri, din cele mai vechi timpuri. O dovadă în acest sens este sanctuarul-calendar al geto-dacilor de la Grădiștea Muncelului care, chiar dacă nu este de amploarea ansamblului megalitic de la Stonehenge, se pare că este de o precizie excepțională. Iar „Soarele de andezit" de la noi stă pe același plan cu construcțiile similare din America precolumbiană.

În tradiția poporului nostru, dacă mai avansăm spre zilele noastre, constatăm că cerului i se acordă un loc deosebit. Se poate consulta cu succes în acest sens lucrarea lui I. Otescu Credințele țăranului român despre cer și stele sau, de același autor Sufletul și cerul românesc. Pășind din domeniul legendei în cel al istoriei, în plin Ev mediu constatăm preocupări astronomice pe teritoriul actual al patriei noastre. Mai ales în Transilvania unde, la curtea episcopală din Oradea, italianul Andrei Scolari întemeiază un centru cultural la începutul secolului al XV-lea. Aici Ioan Vitéz (1408—1462), fost episcop de Oradea, a înființat un observator astronomic, mai vechi cu circa o sută de ani chiar decît observatorul lui Tycho Brahe. Vitéz invită la Oradea pe cunoscutul astronom Georg Purbach (1423—1461), care însă nu dă curs invitației, dar îi trimite o serie de materiale pentru desfășurarea activității astronomice, printre care un „gnomon geometricus" și „Tabelele Orădane".

O tentativă asemănătoare va face Despot Vodă, invitînd la școala de la Cotnari, în Moldova, pe G. I. Raeticus, care, de asemenea, nu dă curs invitației. În Moldova se pare că și Petru Șchiopul și Petru Rareș au avut preocupări astronomice, ca să nu mai vorbim de cărturarul enciclopedist care a fost Dimitrie Cantemir. Revenind în Transilvania, este de remarcat activitatea lui Ioan Honterus (1498—1549) care a publicat, în 1530, „Rudimentarum cosmographica", ulterior reeditată în 26 ediții, între 1530 și 1611. Mai trebuie menționați J. H. Alstedt și Israel Hübner care predau la vremea lor și astronomia. Un astronom european celebru, Maximilian Hell (1720—1792) a fost un timp profesor la Cluj, unde a instalat un observator astronomic. Un alt observator a fost la Alba Iulia, pe vremea episcopului I. Batthyany. Aici a activat Antonius Martonfi, care a studiat la Viena cu Hell.

Ajungînd la perioada de după revoluția din 1848, în Principate continuă sporadic activități astronomice. Astfel, în Moldova, poetul Costache Conachi (1778—1849) se pare că a avut o mare atracție pentru astronomie, deoarece a cumpărat o lunetă destul de mare

de la Viena, pe care apoi o donează prin testament Universității din Iași. Aici, la Iași a activat un timp Neculai Culianu (1832—1915), junimist care a scris un Cursu de cosmografie, apărut în două ediții — 1893 și 1902. Cu astronomia s-a mai ocupat puțin și profesorul de fizică Ștefan Micle (1820—1879), un timp și rector al Universității din Iași.

Despre astronomia din Moldova ne mai putem face o părere dacă ne vom aminti că cel puțin din 1874 se intenționa construirea unui observator la Iași. Iată ce scrie Titu Maiorescu, pe atunci ministru al învățământului, lui I. M. Melik, printre altele „...Observatorul astronomic n-am să-l uit la votarea noului buget, la toamnă..." (6 mai 1874). Ne pare semnificativ faptul că Maiorescu, intelectual de formație enciclopedistă, în timpul tinereții, cînd locuia la Brașov, a observat în toiul nopții de 26 septembrie între ora două și ora patru pe „Orion, Sirius, Pleiadele, Aldebaran, și altele care pînă la 10 seara nu sînt vizibile pentru Brașov ; era nemaipomenit de frumos. Orion se afla la dreapta, deasupra culmei Tîmpei, celelalte după ea. Spre orizont, la dreapta Ursei-mari, la ora 4 se vedea cometa, care între 7—9 seara se zărește cu 90° mai la stînga." Este vorba de cometa 1858 VI-Donati. În această perioadă, în Principate, în afară de Culianu, cu astronomia s-a mai ocupat intens Dimitrie Petrescu (1831—1896), la București.

Epoca modernă în astronomia românească putem spune că începe cu activitatea lui Constantin Căpităneanu (1844—1893), care, după ce se specializează prin studii și practică la Paris și Neapole, în calitate de ofițer de stat major, execută în țară, în cadrul armatei, o serie de lucrări de astronomie geodezică. Printre altele, în anul 1875 realizează la Iași prima „sală meridiană" din Principate.

După Căpităneanu, decedat prematur la vîrsta de numai 51 de ani, în urma unei boli contractate în timpul muncii sale de teren, următoarea figură luminoasă a astronomiei românești, cu faimă mondială, este Spiru Haret. Născut la 15 februarie 1851, la Iași, ajunge cu timpul un elev strălucit și, după ce termină și facultatea de fizico-matematici din București, fiind depistat în anul 1874 de Maiorescu, obține o bursă cu ajutorul că-

Spiru Haret

reia continuă studiile la Paris. Acolo, la Sorbona, își trece din nou licența în matematici și apoi și doctoratul. Ca teză de doctorat și-a ales un subiect din mecanica cerească, subiect care, la acea vreme, după triumful lui Le Verrier cu descoperirea lui Neptun, era în mare vogă și, spre deosebire de zilele de azi, era promițătoare de noi și răsunătoare succese. Titlul exact al tezei lui Haret este : „Sur l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires" (Asupra invariabilității axelor mari ale orbitelor planetare). Ea a fost susținută la Sorbona la 18 ianuarie 1878, în fața unei comisii prezidate de matematicianul Victor Puiseux (1820—1883) — a nu se confunda cu astronomul Pierre Puiseux (1855—1928), unul din autorii celebrei hărți fotografice a Lunii. Pe scurt, Haret în teza sa de doctorat dovedea foarte riguros că perturbațiile de ordinul al treilea ale semiaxe-

lor mari conțin termeni seculari, adică termeni ce variază proporțional cu timpul, deci o instabilitate a sistemului solar. Rezultatul său a fost apreciat de marii specialiști ai vremii, Felix François Tisserand (1845—1896) și Jules Henri Poincaré (1854—1912).

Întors în țară, Spiru Haret ocupă treptat întreaga scară a ierarhiei, ajungînd ministru al învățămîntului. Opera sa de dascăl l-a împiedicat să continue activitatea de cercetare în astronomie, în care debutase așa de promițător. Dar astronomia nu a uitat-o. El va încuraja dezvoltarea viitoare a astronomiei în momentele în care poziția sa i-o va permite. A murit la 17 decembrie 1912. În cinstea și memoria sa un crater de pe fața opusă a Lunii îi poartă numele.

Contemporan cu Haret, Constantin Gogu (1854—1897) este un alt specialist în mecanica cerească, cu studii de specialitate la Sorbona. Teza sa de doctorat abordează problema mișcării Lunii. Contemporan cu Constantin Gogu, chiar mai în vîrstă, Vasile Urseanu (1848—1926), ofițer de marină, ajuns pînă la gradul de contraamiral, era pasionat de astronomie. Pentru a-și realiza și satisface această nobilă pasiune, comandă o destul de puternică lunetă Zeiss și își instalează un observator particular în capitală, astăzi pe Bulevardul Ana Ipătescu, unde se află Observatorul astronomic popular. El a fost și președinte al Societății Astronomice Române „C. Flammarion", înființată în anul 1908 prin stăruința lui Victor Anestin (1875—1918), autodidact și mare popularizator al științei în general și al astronomiei în particular. Victor Anestin este și cel care, cu ajutorul lui Haret, va scoate „Orion", una din puținele pe atunci reviste de popularizare a astronomiei.

Nicolae Coculescu (1866—1952), de asemenea specialist în mecanica cerească, este primul director al Observatorului din București, înființat în anul 1908. Prin dotarea sa acest observator a intrat în rîndul instituțiilor clasice, profilat pe cercetări de astrometrie meridiană și fotografică. Abia în anii socialismului va fi utilat și pentru a fi apt pentru cercetări de astrofizică. Cu astrofizica se ocupa însă pe atunci Nicolae Donici (1874—1956 ?), care își construise un veritabil observator solar la Dubăsarii Vechi, înzestrat cu un spectroheliograf cu care studia atmosfera solară. Donici este unul din astronomii care utilizează prisma obiectiv la studiul coroanei solare. El se preocupă și de meteori și lumina zodiacală. A fost membru al Academiei din St. Petersburg și al Academiei Române (1922). Din același an este membru al U.A.I. La Iași, în această vreme activa Constantin I. Nicolau (1872—1942) în domeniul mecanicii cerești.

Un astronom amator, mai puțin cunoscut ca atare, a fost Constantin Stere, care chiar a construit în „Dulce Tîrgul Ieșilor" un turn astronomic cu cupolă mobilă pe stradela Sărăriei, care s-a conservat pînă astăzi.

În celălalt capăt al țării apare Nicolae Enache de la Olt (1875—1938) care, după ce obține un doctorat la Paris, avînd în comisie pe Paul Appell, J. Bousinesq și H. Poincaré, din cauză că în țară acest doctorat nu îi este recunoscut (!?) nu se poate ocupa în continuare cu toate forțele de astronomie, pentru care se pare că avea o pasiune deosebită, nefiind primit să lucreze la Observator. A se compara soarta sa cu a unui Barnard, Burnham, Humason, Tombaugh și a altora care, fără a avea o pregătire de specialitate deosebită, dar fiind animați de o pasiune pentru astronomie, au fost înțeleși și lăsați să lucreze în marile observatoare, acoperindu-se de glorie și făcînd cinste țării lor. Date mai amănunțite despre „tragedia sofocliană" a lui Enache de la Olt se găsesc la pagina 242 din „Istoria matematicilor aplicate clasice din România" (1971) de George Șt. Andonie.

Revenind la Iași, trebuie să menționăm activitatea lui Constantin C. Popovici (1870—1956), mai mult matematician, dar „îndrăgostit de stele", primul director al Observatorului astronomic din Iași, înființat, în fine, în anul 1913. Prin stăruințele lui Gheorghe Bratu (1881—1941) ia ființă, în anul 1924, noul observator astronomic de la Cluj. Aici au mai activat cu succes Ioan Armeanca (1899—1954) și Gheorghe Chiș (1913—1981), care i-au și fost directori.

La București, după Coculescu, la conducerea observatorului urmează C. C. Popovici (în perioada 1937—1943), Gheorghe Demetrescu (în perioada 1943—1963) și Constantin Drâmbă. Gheorghe Demetrescu (1885—1969),

astronom și seismolog de talie mondială, continuă înzestrarea observatorului din București cu noi instrumente, angrenîndu-l în diverse activități internaționale. Sub conducerea sa Observatorul din București a participat la Anul Geofizic Internațional 1957—1958.

Un astronom român cunoscut peste hotare a fost Constantin Pârvulescu (1890—1945). În tinerețe a colaborat la revista lui Anestin „Orion". În armată, în timpul primului război mondial, fiind aviator, observă într-un zbor de recunoaștere temerar că armatele germane sînt gata să spargă frontul la Mărășești și anunță faptul la comandament, permițînd luarea de măsuri urgente. A fost pentru aceasta citat prin ordin de zi pe întreaga armată. În astronomie s-a preocupat în mod special de astronomia stelară, mai ales cu dinamica roiurilor stelare sferice. Teza sa de doctorat cu subiectul „Asupra roiurilor stelare și relațiile lor în spațiu", apărută în anul 1925 este citată în 1968, dovedindu-se că și-a păstrat actualitatea.

Din generația mai apropiată, putem menționa pe Ioan Curea (1901—1977), care, ca și Demetrescu, și-a împărțit pasiunea între astronomie și seismologie ; este realizatorul cu mijloace locale al Observatorului din Timișoara (1962), la care a fost instalat și primul planetariu din țară. La Iași poate fi menționată activitatea lui Vintilă Gh. Șiadbey (1898—1944), care s-a ocupat de meteori și de comete, urmat de Victor Nadolschi (n. 1911). La București, Călin Popovici (1910—1975) este cel care dă amploare cercetărilor de astrofizică în România, iar la Cluj-Napoca Arpád Pál (n. 1929) conduce activitatea unor tineri cercetători profilați în cea mai mare parte pe studiul stelelor variabile.

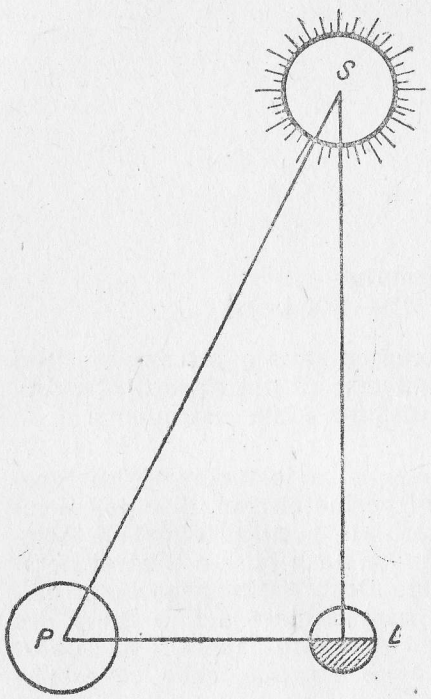
Desigur, fără a intra în amănunte, menționăm că lista ar putea fi continuată cu mulți alți astronomi care în afara activității de cercetare desfășurată în cadrul Centrului de Astronomie și Științe Spațiale (C.A.S.S.) la Observatoarele din București, Cluj-Napoca și Timișoara, depun o muncă susținută în popularizarea cunoștințelor astronomice, contribuind astfel substanțial la procesul de educație ateist-științifică a maselor. De asemenea, o contribuție de seamă își aduc în acest sens relativ recentele planetarii înființate la Constanța, Baia Mare, Suceava, Bacău și Slatina, care se adaugă la mai vechiul Observator astronomic popular din București, continuînd astfel activitatea entuziastă de pionierat de la începutul secolului a unui V. Anestin sau V. Urseanu. În cadrul acestor instituții activează o pleiadă de tineri, specialiști și amatori, care își aduc o contribuție importantă prin temele lor de cercetare și de colaborare cu instituții similare de peste hotare.

Germenele heliocentrismului și Aristarh din Samos (310—230 î.e.n.)

Deși Sir Thomas L. Heath a scris o lucrare cu titlul *Aristarh din Samos — Copernic al antichității* (Oxford, Clarendon Press, 1913), despre viața astronomului se știu foarte puține lucruri.

Născut în anul 310 î.e.n., el a fost elev al lui Straton din Lampsakos, filozof peripatetician, discipol al lui Teofrast și al treilea scolarh al *Lyceului* fondat de Aristotel. Din nefericire, de la Aristarh nu s-a păstrat decît o singură lucrare, intitulată *Despre dimensiunile și distanțele Soarelui și Lunii*, care se pare a fi o operă din tinerețe. Aici el afirmă că diametrul aparent al Soarelui, egal cu al Lunii, este de 2 grade, ceea ce este o eroare grosolană, asupra căreia el va reveni, după cum menționează Arhimede, atribuind acestor diametre o valoare egală cu 1/720 din zodiac, deci 0,5 grade, valoare mult mai aproape de realitate.

Totuși, în această lucrare din tinerețe, Aristarh încearcă să facă ceea ce nu făcuse nimeni înainte: să determine distanțele pînă la Lună și Soare. Considerînd triunghiul *PLS* format din centrele *P*ămîntului, *L*unii și *S*oarelui, în momentul în care Luna se prezintă în faza de primul (sau ultimul) pătrar, deci cînd unghiul din *L* este drept, Aristarh apreciază unghiul din *S* ca fiind de 3 grade (în loc de 0 grade și 10 minute) și ajunge la concluzia că latura *PS* (distanța Pămînt-Soare) este de 19 ori mai mare decît latura *PL* (distanța Pămînt-Lună). În realitate, acest raport este de 400. Deși aceste valori obținute de Aristarh sînt departe de realitate, meritul său de pionier nu poate fi contestat.



Determinarea distanței Pământ-Soare de Aristarh

În ceea ce privește concepția cosmologică a lui Aristarh, lui i se atribuie admiterea pentru Pământ a unei mișcări combinate. Plutarh în lucrarea *Despre figura în Lună* scria despre acestea următoarele: „Nu trebuie însă, bunul meu prieten, să mă condamni pentru o impietate în stilul lui Cleantes, care credea că ar fi datoria grecilor să-l acuze pe Aristarh din Samos de impietatea de a fi pus în mișcare Inima Universului, acesta fiind efectul încercării sale de a salva fenomenele, presupunînd cerul în repaus și Pământul mișcîndu-se pe un cerc oblic și rotindu-se, în același timp, în jurul axei proprii." Din acest citat reiese că Aristarh atribuia Pământului în afara rotației axiale diurne și o rotație pe un „cerc oblic", care nu poate fi decît *ecliptica*, înclinată față de ecuator cu peste 23 grade. Din același citat mai reiese pericolul care îl amenința pe

Aristarh din cauza susținerii unor asemenea idei. Cleantes din Assos, supranumit Phreanthes, a fost un filozof stoic (330—232 î.e.n.). Inițial pugilist, venind la Atena a studiat filozofia cu Zenon. Este descris ca un om sărac, dar harnic, însă nu prea dotat de natură — la spirit. Din această cauză se pare că Timon (din Phlius, spre a nu fi confundat cu cel din Atena, mult mai popular din cauza unei opere de Shakespeare!) l-ar fi descris în versurile următoare:

„Cine-i berbecul din Assos ce buzna tot dă
printre oameni,
Leneș, palavragiu, buștean lipsit de-ndrăzneală..."

Acest filozof „greu la minte" (care totuși a urmat lui Zenon!), a scris o lucrare *Contra lui Aristarchos* (alături de alte două, contra lui Democrit și contra lui Herillos!), instigînd insidios să i se facă astronomului proces de impietate, teoria lui părînd de două ori subversivă: punea în discuție caracterul divin al sferei cerești, cît și mișcarea ei perfectă. Cum se pare că rezultatul procesului lui Socrate nu fusese uitat, Aristarh este nevoit să părăsească Atena.

Unii autori mai atribuie lui Aristarh cunoașterea noțiunii de paralaxă anuală a stelelor, după care, datorită mișcării Pământului în jurul Soarelui, stelele ar trebui să-și schimbe aparent pozițiile, în timp ce Vitruviu îi atribuie invenția *scaphe*-ului, un cadran solar perfecționat, cu suprafața emisferică și indicatorul vertical. Deși avusese el însuși precursori în persoana lui Philolaos și a lui Heraclit din Pont, la care unii autori mai adaugă pe Hicetas din Siracuza, filozof pitagorician vechi (Cicero, Academica priora), Aristarh nu a făcut școală, avînd un singur discipol: pe Seleukos din Seleucia, supranumit „Babilonianul". Drama neconsumată a lui Aristarh prevestea tragediile lui Bruno și Galilei. Dar pe harta Lunii, el este reprezentat de cel mai luminos crater.

Precesia echinocțiilor și Hiparh din Niceea (c. 190—c. 125 î.e.n.)

În vremea lui Aristarh din Samos, teoria heliocentrică, deși avusese susținători în persoanele lui Philolaos, Heraclit din Pont, Hicetas și însuși Aristarh, era

C-da 152 coala 2

în concurență cu teoria geocentrică, bazată pe sferele homocentrice ale lui Eudoxus și Callippos, la care se raliase marele Aristotel, teorie care tindea să devină oficială, fiind în concordanță cu credințele religioase despre cer. Totuși, această teorie începuse deja să întîmpine dificultăți serioase în încercarea de a salva aparențele. Pămîntul, unicul centru al tuturor mișcărilor, fiind nemișcat în centrul Universului, nu se puteau explica variațiile de strălucire ale planetelor, fapt descoperit și de Autolicos din Pitane, încă de pe la sfîrșitul secolului al IV-lea î.e.n.

O încercare de explicare a variațiilor de strălucire în cadrul teoriei sferelor homocentrice va face abia Girolamo Fracastoro, în epoca Renașterii, fapt considerat o curiozitate istorică, după cum vom vedea la momentul potrivit. Acum însă, în plină antichitate elenistică, teoria sferelor homocentrice începe să facă locul teoriei epiciclurilor și deferentelor, care se pare că-și trage originea din lucrările lui Heraclit din Pont — deci de la un precursor al heliocentrismului! — sau chiar de la Platon (427—347 î.e.n.). Asupra acestei teorii vom reveni pe larg cînd vom vorbi despre Ptolemeu. Acum, ca introducere la opera lui Hiparh, se cuvin spuse cîteva lucruri despre astronomia de observație. Un aport, în afara celor menționate cu privire la determinarea distanțelor la Soare și Lună, l-a adus tot Aristarh din Samos, prin determinarea momentului solstițiului din vara anului 281 sau 280 î.e.n.

O altă realizare remarcabilă este determinarea poziției unor stele de către astronomii Aristylos și Timocharis, ambii găsindu-se imortalizați prin două circuri lunare în marea Ploilor (alături de craterele Arhimede și Autolicos).

În partea de sud a Mării Ploilor, adiacent cu lanțul munților Apenini, se află un alt crater frumos, numit Eratostene. Acesta a fost astfel botezat în memoria lui Eratostene din Cirene (c. 275—195 î.e.n.), primul care a măsurat dimensiunile Pămîntului. Cunoscînd că distanța dintre Alexandria și satul Syena (actualmente Assuan) este de 5 000 de stadii [1] egiptene și din observații

[1] Circa 800 km.

astronomice asupra umbrei Soarelui, că între aceste localități, situate aproape pe același meridian, este o diferență în latitudine de 1/50 dintr-un cerc, ajunge la concluzia că întregul cerc măsoară 50×5 000 stadii, deci 250 000 stadii, care este o valoare foarte apropiată de lungimea meridianului terestru. Același Eratostene a determinat cu mare precizie înclinarea eclipticii pe ecuator, găsind valoarea de 23°51'.

El a mai alcătuit un catalog cu coordonatele a 675 stele.

Hiparh este considerat cel mai mare astronom (observator) al antichității grecești. Născut la Niceea, în Bitinia, cîțiva ani după moartea lui Eratostene, Hiparh lucrează în perioada 161—127 mai mult la Alexandria și în Insula Rodos. De la el s-a păstrat o singură lucrare (ca și de la Aristarh!), intitulată *Comentariu* și se referă la poemul astronomic *Fenomenele* de Aratos din Soloi, apărut între anii 276—274 î.e.n. Alte opere principale ale timpului: *Despre lungimea anului, Despre intercalarea lunilor și zilelor* și *Despre schimbarea solstițiilor și echinocțiilor* ni se transmit prin Ptolemeu, dovedind o continuă preocupare pentru probleme calendaristice. Astfel, el ajunge la o foarte exactă apreciere a lungimii anului, după Hiparh acesta avînd 365 zile, și un sfert fără 1/300 dintr-o zi. El apreciază foarte exact și durata lunii sinodice, la 29 zile 12 ore 44 minute și 2,5 secunde, fiind deci cu mai puțin de o secundă mai scurtă decît valoarea acceptată azi (care se termină cu 2,8 secunde!). Observînd diferența dintre durata anului sideral și a anului tropic, Hiparh descoperă precesia echinocțiilor. El găsește pentru mișcarea anuală de retrogradare a punctelor echinocțiale o valoare de 48" (Ptolemeu a găsit 36"), față de valoarea adoptată azi, care este de 50",26. Hiparh determină cu mare exactitate și înclinarea eclipticii pe ecuator, găsind valoarea de 23°51'30", față de valoarea actuală de 23°27'; de fapt această înclinare este variabilă în timp, pentru anul 1984 avînd valoarea de 23°26'29".

O altă contribuție remarcabilă a ui Hiparh este alcătuirea unui catalog de stele, conținînd peste 850 obiecte (după alți autori 1 026 stele, care este mai degrabă

numărul stelelor din catalogul lui Ptolemeu), lucrare la care ar fi fost îndemnat de observarea unei stele noi ce apăruse în constelația Scorpionul, în anul 134 î.e.n. Întrucît în acest catalog se dau coordonatele ecliptice ale stelelor, dintre care afectată de precesie este numai longitudinea ecliptică, s-a tras concluzia că acest catalog a fost alcătuit după descoperirea precesiei echinocțiilor. În acest catalog Hiparh împarte stelele vizibile cu ochiul liber în 6 clase de strălucire, clasificare care, cu unele perfecționări, s-a păstrat pînă azi. O altă contribuție a lui Hiparh a fost introducerea sistemului sexagesimal, folosit înainte numai de babiloneni, după care cercul se împarte în 360°, fiecare grad fiind compus din 60', fiecare minut avînd la rîndul său 60". Hiparh a mai avut contribuții remarcabile în geografie și în matematică, el fiind autorul unui tabel al coardelor. În memoria sa, un enorm circ lunar din apropierea centrului discului lunar îi poartă numele.

Un ultim reprezentant de seamă al astronomiei grecești dinainte de era noastră a fost Posidonius (sau Poseidonios) din Apamea (135—51 î.e.n.), care a lucrat mai mult în Insula Rodos. Considerat filozof stoic, el a manifestat preocupări multiple, fiind cunoscut și ca astronom de seamă. Dintre realizările sale cele mai importante, care ne interesează aici, putem menționa o determinare a dimensiunilor Pămîntului, măsurînd diferența de latitudine dintre Alexandria și Insula Rodos prin observarea stelei Canopus, obținînd rezultate comparabile cu cele ale lui Eratostene. Dar cea mai uimitoare realizare a sa este determinarea paralaxei Soarelui, pentru care găsește o valoare de 14", cînd chiar Kepler, după aproape 2 000 de ani, obținea 1' (valoarea acceptată în prezent este de 8", 79405). Pe Lună, un crater impresionant, situat la marginea Mării Serenității, îi perpetuează amintirea.

Consolidarea teoriei geocentrice și Claudiu Ptolemeu (c. 90—c. 168)

În ciuda notorietății sale, nu se cunosc cu suficientă precizie datele nașterii și morții marelui astronom, diferiți autori indicînd valori variate, diferențele putînd

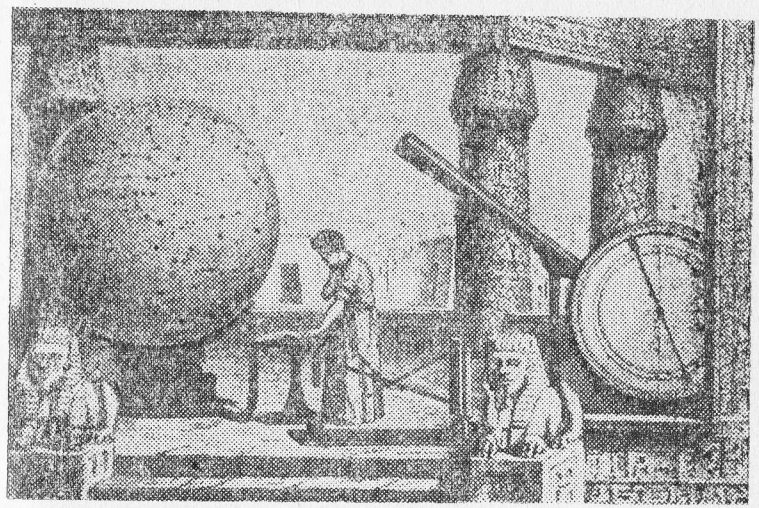
Claudiu Ptolemeu

atinge trei decenii. De asemenea, cu toate că aproape nu este carte de astronomie generală în care numele său să nu fie pomenit, au fost păreri după care Ptolemeu ar fi fost un simplu plagiator. Astfel, cu privire la celebrul catalog de stele, conținînd 1 025 obiecte, a existat un timp credința că acesta era o simplă traducere a catalogului lui Hiparh, adus la epoca anului 138, la care mai adăugase circa 200 de stele. A trebuit ca J. L. E. Dreyer să facă o cercetare specială (1917) pentru a restabili meritul lui Ptolemeu în acest sens. Mai este un curent care susține că o mare parte din meritul lui Ptolemeu constă în aceea că prin intermediul său ni s-au transmis lucrările înaintașilor și îndeosebi ale lui Hiparh.

Se știe sigur că ar fi murit în vîrstă de 78 de ani și că ar fi trăit și lucrat la Alexandria între anii 127 și

141. Meritul cel mai mare al său este sintetizarea cunoștințelor astronomice ale înaintașilor în lucrarea intitulată *Sintaxa (Compunerea) matematică* sau *Megale Syntaxis* (Compunerea cea mare) numită mai tîrziu *Megiste Syntaxis* (Compunerea cea mai mare), la arabi cunoscută sub denumirea Kitab al magisti, iar ulterior, în Europa, sub denumirea *Almagest*, în care un loc de seamă îl ocupă descrierea și dezvoltarea teoriei geocentrice, al cărei apărător înfocat a fost. De aceea, în zilele noastre cuvîntul geocentric este aproape sinonim cu Ptolemeu și invers, după cum heliocentrismul este asociat lui Copernic. Am văzut că inițial apăruse teoria sferelor homocentrice a lui Eudoxos și Callippos, care nu putea explica variațiile de strălucire ale planetelor. Acest sistem, pentru a descrie cu fidelitate mișcarea aparentă a planetelor — cu buclele lor caracteristice între stații și retrogradări —, deci pentru a „salva fenomenele (aparențele)", ca să folosim un termen des uzitat în epocă, a devenit tot mai complicată, necesitînd un număr de 56 sfere. De aceea, acest sistem este părăsit în favoarea aceluia care folosește mișcarea uniformă pe cîte două cercuri : planeta se rotește uniform pe un cerc mic numit *epiciclu*, al cărui centru se mișcă uniform pe un cerc mare numit *deferent*, acesta avînd centrul în centrul Pămîntului. Cu timpul și aici numărul cercurilor a crescut astfel că s-a ajuns la 41 cercuri. La Ptolemeu mai întîlnim un al treilea fel de cerc, numit *equant*, prin care însă el contravine, fără să-și dea probabil seama, legii mișcării circulare și uniforme, care era o caracteristică a tuturor sistemelor geocentrice din vechime.

În afara dezvoltării sistemului geocentric care-i poartă numele și a acelui catalog cu 1 025 stele aduse la epocă, Ptolemeu a mai avut și alte contribuții remarcabile, dintre care amintim : descoperă *evecția* Lunii și calculează paralaxa Lunii cu destul de mare precizie (la paralaxa Soarelui nu a avut același succes, rezultatul său fiind inferior chiar celui obținut de Hiparh, ca să nu mai vorbim de Posidonius). În fizică se ocupă cu refracția luminii și are contribuții la dezvoltarea geografiei. Dintre celelalte opere mai importante ale lui Ptolemeu mai amintim *Tetrabiblia* sau *Canon de*



Ptolemeu în Observatorul din Alexandria

astrologie elenistică, *Ghidul geografic*, *Optica* și *Acustica*. Pentru incontestabilele sale merite (care au fost totuși contestate !) un circ enorm îi perpetuează amintirea în apropierea centrului discului lunar, în imediata vecinătate a circului Hiparh.

Cataloagele stelare și Muhammed Taragai Ulugbek (1394—1449)

După Ptolemeu, care a sistematizat și perfecționat sistemul geocentric, începe domnia acestuia de aproape un mileniu și jumătate. Se părea că germenele heliocentrismului fusese uitat cu desăvîrșire, dar în această perioadă cercetările astronomice nu au stagnat. Ele se materializează prin înființarea de numeroase observatoare în care se desfășoară o susținută activitate de observare, din ce în ce mai precise, finalizate fiind prin apariția unor tabele, necesare mai ales cultului și prezicerilor astrologice, din care cauză au și fost încurajate de mai marii vremii. Fără a intra în amănunte referitor la astronomia din China și India, sau din America pre-

columbiană, ne vom limita la lucrările arabilor din Orientul apropiat și din zona bazinului mediteranean. Astfel, califul Al-Mamun (786—833), fiu al celebrului Harun Al-Rașid, a domnit la Bagdad între anii 813—833, fiind un protector al științelor, printre care un loc de seamă îl ocupa astronomia. Peste o sută de ani Al-Battani afirma că „în lumea musulmană astronomia era considerată știința cea mai nobilă, cea mai înaltă și cea mai frumoasă"..., fiind în legătură directă cu anumite exigențe ale cultului.

În timpul lui Al-Mamun se organizează două observatoare astronomice principale, la Bagdad și la Damasc. În acea vreme apar *Elementele* lui Euclid (813) și *Kitab al magisti (Almagest)* a lui Ptolemeu (827). La aceste observatoare se determină cu mare precizie înclinarea eclipticii pe ecuator, găsindu-se valoarea de 23°33', iar apoi 23°33'52", precizia fiind desigur exagerată și iluzorie.

Un astronom celebru, sprijinit de Al-Mamun a fost Mahomed al-Fergani sau Al-Fragan, cunoscut și sub denumirea de Alfraganus — cum se intitulează și craterul de pe Lună care-i cinstește memoria. Acesta este autor al unor *Elemente de astronomie,* care conțin un extras din *Almagest,* un catalog cu 1 022 stele și o determinare a înclinării eclipticii — 23°35'. Al-Battani (850—929), cunoscut și sub denumirea de Albategnius (ca și craterul lunar la sud de Hiparh), despre care am amintit mai sus, în observatorul său de la Racca face observații de o precizie remarcabilă, descoperind deplasarea perigeului Soarelui, determinînd înclinarea eclipticii la 23°35'41" (ne dăm seama și acum că secundele sînt iluzorii) și o precizare a valorii precesiei, la 54",5. Durata anului tropic o găsește egală cu 365 zile, 5 ore, 46 minute și 24 secunde. Are contribuții în matematică (trigonometrie) și calculează *Tabelele Sabeene.*

Abd al-Rahman al-Sufi (903—986), din Shiraz, este un alt astronom remarcabil, care a scris *Cartea stelelor fixe,* una din capodoperele astronomiei musulmane, o descriere a cerului înstelat, în care se consemnează nu numai pozițiile stelelor, ci și magnitudinea și culoarea lor, ceea ce va fi apoi reluat abia de Argelander în

Uranometria nova (1843), aici găsindu-se și noțiuni de astrofizică. Un alt nume de seamă al astronomiei arabe a fost Mohamed Abu-l-Vafa (940—998), care a condus Observatorul de la Bagdad al califului Saraf-al-Daulah. El scoate o nouă ediție a lucrării lui Ptolemeu *Almagest,* o operă mai mult originală — deci o prelucrare intensă a operei alexandrinului — și descoperă pe baza observațiilor proprii a treia inegalitate a Lunii, numită „variație", cu o perioadă de 15 zile. Mai determină înclinarea eclipticii pe ecuator, găsind valoarea de 23°35', deci ca și Al-Battani și Al-Fragan.

Un alt reprezentant al astronomiei arabe a fost Ibu Iunis (950—1009), autor al celebrelor *Tabele hakemite,* care a activat la Cairo. A determinat înclinarea eclipticii cu o eroare mai mică de 1' (!) și pentru precesia anuală găsește valoarea de 57",2. Un contemporan al său, Ibn Al-Haytham (965—1039), cunoscut mai ales sub denumirea de Alhazen, se ocupă îndeosebi de optică, imaginînd o metodă de studiere a atmosferei înalte prin observarea luminii crepusculare.

Contemporan cu Ibn Iunis și Alhazen a fost și Abu Raihan Biruni, cunoscut și sub numele de Al-Biruni (973—1048), mare observator al cerului, care a folosit aparate de mărime impresionantă, cum ar fi un quadrant de 3 m diametru, divizat din minut în minut. Găsește pentru înclinarea eclipticii valoarea de 23°34'. Opera sa astronomică principală se numește *Canon Masuda.*

Un alt nume celebru a fost az-Zarqali, cunoscut și ca Azarquiel sau Arzachel (așa cum apare pe o denumire de pe Lună), care a inventat un nou tip de astrolab — *saphe*-ul lui Azarquiel — și a calculat *Tabelele din Toledo.*

Contemporan cu Arzachel a fost cunoscutul poet Omar Khayyam (1048—1123), care a reformat calendarul persan, obținînd un calendar mai precis decît cel folosit de noi în prezent, cu o corecție de o zi la 10 000 ani! Astronomul Al-Bitrogi, supranumit și Alpetragius din Maroc (XII—XIII), presupune că planetele se mișcă în spirală de la răsărit la apus. În fine, ultimul mare nume al acelei epoci ar fi al lui Nasr ad-Din at-Tusi (1201—1274), imortalizat pe globul lunar sub numele de Nasireddin, director al observatorului de la Maragha,

din Azerbaidjanul iranian, la sud de Tabriz. Aici se realizează *Tabelele de Ilkhan*. La observatorul din Maragha, sub conducerea lui Nasireddin Tusi au lucrat sute de învăţaţi de primă mînă. Aici era un mare quadrant cu raza de 6,5 m, deşi după alţi autori era de două ori mai mic. Una din realizările acestui observator a fost determinarea înclinării eclipticii pe ecuator, cu o eroare de numai 2'9"; amintim că la Ptolemeu această eroare era de 10'10", iar la Hiparh, după cum am văzut, mai mică de 9'. De asemenea, el determină valoarea precesiei anuale la 51",4, mult mai apropiată de cea adoptată azi.

Iată-ne ajunşi în faţa ultimului reprezentant de seamă al astronomiei precopernicane. Cunoscutul cuceritor mongol Tamerlan, cunoscut şi sub denumirea de Timur Lenk, a transmis urmaşului său, Sah Rokh (sau Sharok), gustul pentru ştiinţă, care se propagă astfel şi fiului acestuia, Ulugbek (1394—1449). Acesta construieşte un mare observator astronomic la Samarkand, pe care l-a înzestrat cu un instrument gigant pentru măsurarea unghiurilor — sextant sau quadrant — cu raza de 40 m, astfel că unui grad îi corespundeau 70 cm, putînd fi deci divizat direct în minute. Dorinţa lui Ulugbek era de „a determina distanţele unghiulare ale stelelor cu precizia secundei de unghi", fapt ce ar fi devenit posibil dacă ar mai fi avut o lunetă la dispoziţie, iar pe marele său limb ar fi avut o alidadă cu vernier. Totuşi, precizia atinsă de observaţiile sale este remarcabilă, cum ar fi, de pildă, determinarea înclinării eclipticii pe ecuator cu o eroare de numai 32". De asemenea, catalogul său stelar, conţinînd 1 018 sau 1 019 obiecte, este realizat cu o precizie sporită: dacă la Hiparh eroarea era de 10', iar la Ptolemeu de 15', Ulugbek reuşeşte să o coboare din nou la 6'. El va fi depăşit abia de Tycho Brahe, peste 200 de ani.

În general, o lucrare de ştiinţă cu cît se învechеşte îşi pierde din valoare. În mod paradoxal, cu cataloagele stelare se întîmplă invers: cu cît un catalog este mai vechi, el devine mai valoros. Misterul se explică prin aceea că aceste cataloage sînt destinate şi comparaţiei poziţiei stelelor la diferite epoci. Astfel a descoperit Hiparh fenomenul precesiei, comparînd poziţiile

sale cu cele ale lui Aristyl şi Timocharis, de care îl despărţeau 150 de ani. În epoca modernă, după cum vom vedea, Halley, comparînd poziţiile curente ale stelelor cu cele din catalogul lui Ptolemeu, descoperă mişcările proprii ale stelelor Arcturus, Procyon şi Sirius. Acum, ca interludiu spre epoca Renaşterii şi întorcîndu-ne puţin în timp, vom aminti de Alfons al X-lea, supranumit „El Sabio" (Cel Învăţat), Rege al Castiliei şi Leonului, în timpul domniei căruia (1252—1282) se realizează *Tabelele Alfonsiene*, mai cunoscute şi sub denumirea de *Tabelele din Toledo* — a nu se confunda cu tabelele lui Arzachel (1029—1087). Fiind un mare pasionat de astronomie, el nu era de acord cu complicatul sistem al lui Ptolemeu şi ar fi spus odată că: „dacă Dumnezeu i-ar fi cerut părerea la facerea lumii, i-ar fi dat sfaturi mai bune", fapt care se pare că i-a periclitat coroana.

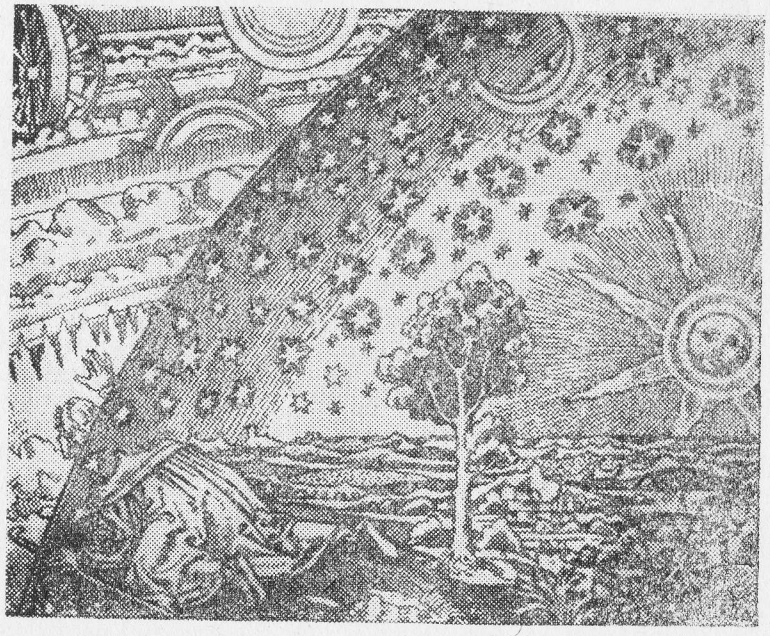
Un circ lunar de toată frumuseţea, situat între craterele Ptolemeu şi Arzachel, îi poartă numele.

Revoluţia în ştiinţa despre lume şi Nicolaus Copernic (1473—1543)

Am văzut cum, de-a lungul timpului, în lupta dintre cele două concepţii despre lume, foarte diferite şi chiar antagonice, teoria heliocentrică a trebuit să cedeze locul teoriei geocentrice, care, după perfecţionările aduse de Ptolemeu, a mai domnit aproape un mileniu şi jumătate.

O revenire la ipoteza sferelor homocentrice a lui Eudoxos şi Callippos mai găsim în lucrarea *Homocentricorum seu de stellis liber unus*, apărută la Veneţia în anul 1538, autorul ei fiind Girolamo Fracastoro (1478—1553), un om cu preocupări multiple, astronom, poet, medic etc. În această teorie, considerată „cel mult o curiozitate istorică", numărul sferelor concentrice ajunge la 77. Şi atunci apare cel care a revoluţionat ştiinţa despre lume, astronomul Mikolaj Kopernik, sau Nicolaus Copernic.

Nicolaus Copernic s-a născut la 19 februarie 1473 (după un horoscop făcut ulterior în Germania, la ora 4 şi 48 minute) în oraşul Torun. Îşi face primele studii



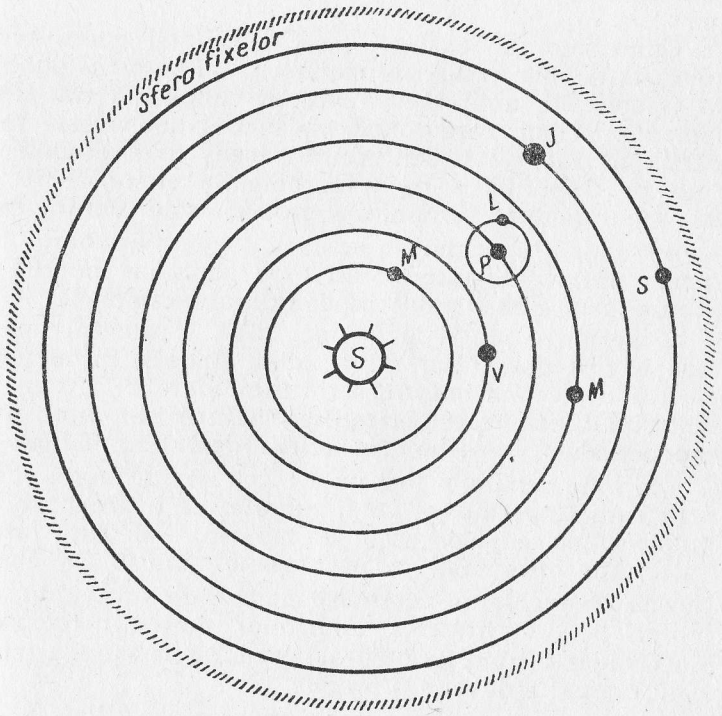
Reprezentarea lumii în secolul a XVI-lea

universitare la Cracovia, unde printre alţi profesori remarcabili îl are şi pe Albert Wojciech din Brudzew. Aici interesul său pentru astronomie creşte, încît îşi cumpără *Tabelele Alfonsiene* şi *Tabulae directionum* ale lui Regiomontanus. Totuşi, aici şi apoi în Italia, el nu studia oficial astronomia, ci dreptul teologic şi medicina, deoarece unchiul său, Lukasz Watzenrode (sau Watzelrode), episcop de Warmia, dorea ca nepotul său să profeseze cariera ecleziastică. La Bologna studiază cu astronomul Domenico Maria da Novara, care la rîndu-i avusese ca profesor pe Giovanni Bianchini, prieten al lui Regiomontanus. Apoi, trecînd prin Padova, unde probabil că l-a cunoscut pe Fracastoro, ajunge la Universitatea din Ferrara, unde la 31 mai 1503 obţine titlul de doctor în drept canonic.

În timpul liber Copernic se îndeletnicea şi cu pictura, de la el păstrîndu-se un reuşit autoportret, unul

din puţinele tablouri executate după natură, în timpul vieţii sale. Astfel Copernic ne apare ca un veritabil OM al Renaşterii. În anul 1512, unchiul său, episcopul de Warmia, Lukasz Watzenrode, muri, iar Copernic, devenit între timp canonic la Frombork, se poate consacra nestingherit cercetărilor astronomice. Astfel, apare în manuscris, prin 1512—1513, lucrarea cu titlul *Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus*, cunoscută mai ales sub titlul prescurtat *Commentariolus* (Micul comentariu), în care autorul îşi expune, într-o formă simplă, nematematizată, principalele teze ale heliocentrismului.

Totuşi, neputîndu-se debarasa complet de mişcarea uniformă pe cercuri, Copernic păstrează cercurile suprapuse, astfel că ajunge la un total de 34 cercuri, ceea



Sistemul lui Copernic

ce era considerat de el ca un mare progres, în comparație cu cele 41 cercuri de la Ptolemeu! Între timp, Copernic este din nou antrenat în activități sociale prin faptul că Marele Magistru al Ordinului cavalerilor teutoni, Albrecht Hohenzollern, declară război Poloniei la 1 ianuarie 1520. Copernic îndeplinește în această perioadă grea funcțiile de diplomat, medic și ostaș, contribuind din plin la organizarea apărării cetății Olsztyn. Între timp, el continuă cercetările astronomice, iar în iunie 1524 apare, tot sub formă de manuscris, *Scrisoare contra lui Werner*. Faima lui Copernic crescînd, la el sosește un tînăr savant, născut la 16 februarie 1514, pe nume Georg Joachim Rhaeticus, din 1536 profesor de matematici la Universitatea din Wittenberg. Se spune că acest Rhaeticus ar fi fost invitat de Despot Vodă să țină cursuri la recent înființata Școală latină de la Cotnari...

Cunoscînd îndeaproape pe Copernic și opera acestuia, aflată abia în diferite manuscrise, Rhaeticus publică la Gdansk, în anul 1540, lucrarea cunoscută sub titlul *Narratio primă*, care avînd un succes imens este retipărită în 1541 la Basel. Acest succes îl determină, în fine, pe Copernic, care se apropie de vîrsta de 70 de ani, să urgenteze terminarea propriei sale lucrări, care vede lumina tiparului în anul 1543, la Nürnberg. Legenda afirmă că autorul, aflat pe patul de moarte, aproape orb, a mai putut pipăi primul exemplar.

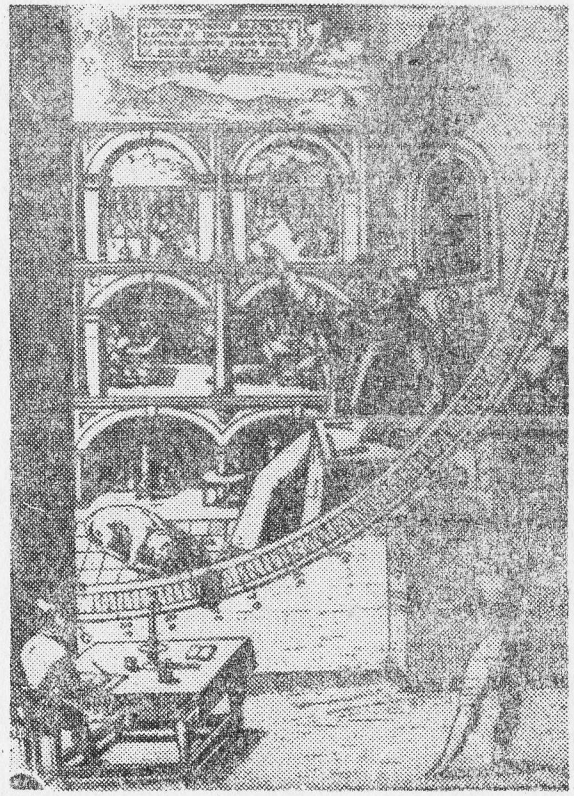
Copernic a murit la 24 mai 1543. Răsunetul operei sale a fost mare, dar nu imediat. Engels, în lucrarea clasică *Dialectica naturii*, scria următoarele: „Actul revoluționar prin care cercetarea naturii și-a proclamat independența, repetînd întrucîtva gestul lui Luther de a arde bula papală, a fost publicarea nemuritoarei opere prin care Copernic — cu timiditate, ce e drept, și, am putea spune, abia pe patul de moarte — declara război autorității bisericești în problemele naturii. De atunci începe emanciparea cercetării naturii de sub egida teologiei, deși clarificarea diferitelor pretenții reciproce s-a tărăgănat pînă în zilele noastre, iar în mintea unora e încă departe de a se fi produs".

Opera nemuritoare a lui Copernic are titlul *De revolutionibus orbium coelestium, libri VI*, cuvintele „orbium coelestium" neaparținînd autorului, fiind probabil introduse de editorii Johann Schöner și Andreas Osiander, ultimul rămînînd de pomină datorită publicării unei prefețe fără autorizarea autorului. Deși lucrarea a fost dedicată papei Paul al III-lea, ea este trecută la *Index librorum prohibitorum*, dar abia în anul 1616, după agitația făcută de Galilei cu descoperirile sale telescopice, și scoasă abia în anul 1835, cînd aproape toate confirmările în favoarea teoriei heliocentrice fuseseră obținute. În cinstea lui Copernic, unul din cele mai frumoase circuri lunare, la sud de Marea Ploilor îi poartă numele.

Astronomia modernă și Tycho Brahe (1546—1601)

Dacă în relativ îndelungata sa viață Copernic a făcut destul de puține observații, și acelea anume alese numai pentru a verifica unele aspecte ale teoriilor pe care le analiza, observații de o nu prea mare precizie (comparabile cu ale lui Hiparh), astronomul care avea să împingă precizia măsurătorii astronomice pînă la limita permisă de observarea fără telescop, a fost Tycho Brahe.

Născut la 14 decembrie 1546, la numai cîțiva ani după moartea lui Copernic, Tycho Brahe (Tyge) este crescut și educat de un unchi al său. La 13 ani începe studiul la Universitatea din Copenhaga. Unii autori afirmă că observarea unei eclipse de Soare pe cînd avea doar 14 ani l-ar fi determinat pe tînărul Tyge să se dedice studiilor astronomice. După alții, pe vremea studiilor universitare tînărul era în egală măsură atras de astronomie și alchimie și că abia în 1572, în vîrstă de 26 de ani, observînd în seara zilei de 11 noiembrie o stea nouă în constelația Cassiopeia (de fapt este vorba de o supernovă, în urma căreia a rămas o radiosursă), este definitiv captivat de știința cerului. Cert este însă că el, la Universitatea din Leipzig, unde fusese trimis de unchiul său să-și termine studiile, trebuia să urmeze dreptul — cum făcuse înaintea sa Copernic, iar în secolul nostru, E. P. Hubble — cu astronomia ocupîndu-se am zice, în mod clandestin.



Tycho Brahe la lucru în observator

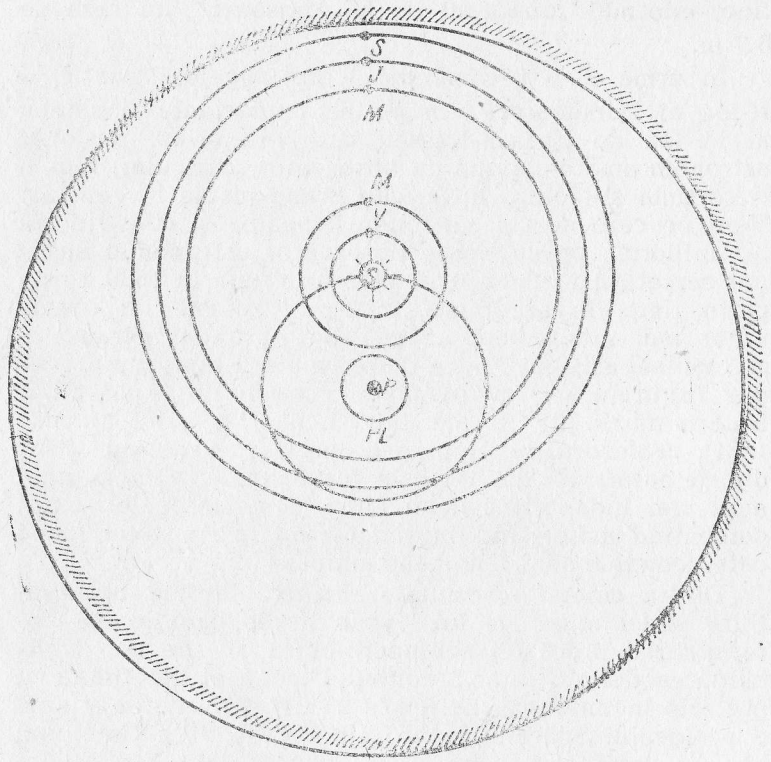
Despre steaua nouă a anului 1572, cunoscută și sub denumirea de „steaua lui Tycho", va scrie în anul următor cartea *De nova stella,* cu un pronunțat caracter astrologic. Între timp el comandă o serie de instrumente deosebit de mari cu care spera să facă observații cu o precizie încă nemaiîntîlnită, ceea ce de fapt a și realizat. Printre acestea, menționăm un sextant vertical, cu o rază de aproape 2 m, un sextant trigonic mobil în toate planele, cu aceeași rază, un altul mai suplu, din oțel, cu raza de 1,3 m, o sferă armilară cu raza de 1 m și, în

fine, enormul „quadrant de la Augsburg", cu raza de 6,3 m.

În urma unei recomandări către regele Frederic al II-lea al Danemarcei, din partea landgrafului Wilhelm al IV-lea de Hessen-Kassel, care era și un pasionat astronom amator, avînd un observator particular, regele îl cheamă și-i oferă lui Tycho Brahe insula Hveen (azi Ven) pe care acesta, cu fonduri regale, își construiește „Uraniborg", primul mare observator astronomic destinat cercetării în Europa. Acesta este gata în 1580. Peste puțin timp, în apropiere, mai construiește un observator mai mic, numit „Stjerneborg", unde lucrau numeroșii săi asistenți. Între timp Tycho cîștigase în prestigiu în urma observării marii comete din anul 1577. Determinările lui și ale lui Michael Mästlin (1550—1631), profesorul lui Kepler, de mare precizie, au dovedit că paralaxa cometei este foarte mică, cometa fiind mult mai îndepărtată decît Luna, și chiar decît Venus, combătînd astfel tradiția rămasă de la Aristotel, după care cometele ar fi fenomene atmosferice.

Dintre celelalte rezultate remarcabile ale observațiilor sistematice ale lui Tycho Brahe, menționăm determinarea precesiei echinocțiilor la 51" pe an, cu lichidarea definitivă a „trepidației", el mai determină cu precizie înclinarea eclipticii la 23°31' și mișcarea anuală a perigeului Soarelui la 45" (în loc de 61"). Catalogul său cu pozițiile precise a 777 stele nu avea o eroare mai mare de 1'.

În ceea ce privește sistemul lumii, deși cunoștea mai toate operele principale care descriau ipoteza heliocentrică *(Commentariolus, Scrisoare contra lui Werner, Narratio prima* și *De Revolutionibus...)* și era convins de insuficiența sistemului lui Ptolemeu, el elaborează un sistem original, numit de unii „nebunia lui Tycho". După acest sistem, în centrul lumii se află tot Pămîntul fix, în jurul căruia se roteau Luna și Soarele, în jurul acestuia din urmă rotindu-se celelalte planete. Unii autori găsesc că el s-ar fi inspirat din sistemul propus în antichitate de Heraclit din Pont, despre care am amintit la momentul potrivit. Oricum, astronom observator de prima mînă el reproșa sistemului heliocentric copernican că stelele nu prezintă o deplasare paralactică mă-



Sistemul lumii după Tycho Brahe

surabilă. Vom vedea că această deplasare este așa de mică, încît a putut fi pusă în evidență abia în prima jumătate a secolului al XIX-lea, fiind penultima dovadă experimentală în favoarea sistemului heliocentric.

Înainte de moarte, care a survenit la 24 octombrie 1601, el se mută la Praga ca astronom al împăratului Rudolf al II-lea, avîndu-l ca asistent pe tînărul Kepler. Acesta îi va moșteni întregul material de observații, efectuate pe o perioadă mai mare de 20 de ani, din care va reuși să deducă cele trei legi de mișcare a planetelor. În memoria lui Tycho Brahe, în emisfera sudică

a Lunii, un splendid crater lunar, cu cel mai mare sistem radial, îi poartă numele.

Introducerea lunetei în astronomie și Galileo Galilei (1564—1642)

Întrerupem pentru moment șirul evenimentelor care aveau să ducă definitiv la triumful heliocentrismului, pentru a analiza o problemă încă controversată. Este vorba de invenția lunetei. În multe cărți fără prea mari pretenții, se menționează că luneta ar fi fost inventată de Galilei, pe la 1610. În cărțile ceva mai elevate, situația se complică și înaintea lui Galilei apar trei pretendenți, toți în Olanda, după cum urmează. Unul ar fi fabricantul de ochelari Zacharias Janssen din Middelburg, care *ar fi copiat o mică lunetă aparținînd unui călător italian anonim*, prin anul 1604. Al doilea ar fi Jan Lippershey, tot din Middelburg, care, la 2 octombrie 1608, oferă o lunetă prințului Mauriciu de Nassau al Statelor Olandei (1567—1625). Despre această lunetă se pare că ar fi auzit inițial Galilei. În fine, Jaakob Metius, din Alkmaar, tot în anul 1608 pretinde (și nu obține!) un patent pentru inventarea lunetei. Pe de altă parte, într-un studiu consacrat revoluției copernicane din *Istoria generală a științei*, A. Koyré și A. Taton, autori de prestigiu, afirmă tranșant că „de asemenea, nu el (Leonardo da Vinci) a inventat telescopul — așa cum s-a spus".

Existau păreri deci că marele om al Renașterii ar fi inventat acest minunat instrument, care este totuși atît de simplu. S-au găsit în manuscrisele lui Leonardo schițe care seamănă foarte bine cu schema de principiu a lunetei astronomice, pe care chiar o recomandă cercetărilor astronomice. (v. V. V. Scurtu: „Cine a inventat luneta?", *În:* „Cronica", 16, 1968.) De ce nu s-a confirmat și impus această presupunere, care vine în concordanță cu celelalte elemente: ochelarii erau cunoscuți încă din secolul al XIII-lea de către *italianul* Salvino degli Armati (1299)? Deci materialul necesar pentru confecționarea lunetei era cunoscut și folosit de multă vreme. Dar trebuie să menționăm că în acea vreme se cunoșteau numai ochelarii cu lentile convergente,

cu care s-ar fi putut face doar o lunetă *astronomică* — de tip „Kepler" — care inversează imaginea. Or, un asemenea instrument nu este comod pentru observații terestre, pentru cele astronomice fiind prematur. De aceea, invenția lui Leonardo, de pe la 1490, nu a avut succesul lunetelor din Olanda începutului secolului al XVII-lea, care, fiind cu ocular divergent, nu inversau imaginea și erau foarte solicitate în scopuri terestre. Ajungem astfel la cel care, introducînd luneta în practica astronomică va revoluționa știința cerului.

Deoarece și despre Galilei s-a scris destul de mult, în cele ce urmează ne vom referi, foarte pe scurt, la datele esențiale care caracterizează personalitatea sa, constînd în contribuția sa astronomică. Galileo Galilei s-a născut la Pisa, la 15 (18) februarie 1564. La universitatea din orașul natal începe să studieze, printre altele, ca și Copernic, medicina și pictura. Cu timpul însă, este atras de matematici și fizică. Totuși, în ciuda spiritului său iscoditor, în 1585 cînd, din motive financiare, tatăl îl retrage de la studii, nu dobîndise încă nici-un titlu.

Contribuțiile lui Galilei la crearea mecanicii noi, sînt bine cunoscute. Spre astronomie el este atras în mod deosebit de observarea stelei noi din anul 1604 (steaua lui Kepler), din constelația Ophiucus (nova din anul 1572 nu îl impresionase, fiind prea tînăr). Dar contribuțiile cele mai importante în astronomie le face cu ajutorul lunetei, pe care, dacă nu el a inventat-o, cum recunoaște și singur la un moment dat, a mînuit-o în mod sistematic o bună bucată de vreme.

După 1609, cînd Galilei își construiește singur o serie de lunete, începe să observe cerul și face cîteva descoperiri de o importanță capitală. În primul rînd, observînd Luna, descoperă munții lunari și formațiunile caracteristice, asemănătoare craterelor vulcanice sau circurilor. Deci Luna, deși este un corp ceresc, nu este perfect, cum susțineau dogmele, ci este chiar foarte asemănătoare Pămîntului. Desenînd o hartă a Lunii, destul de rudimentară, Galilei denumește zonele mai închise *„mări"*, deși după cum s-a constatat ulterior, ele nu au o picătură de apă... Un prim indiciu al faptului că totuși Galilei nu a fost un prea abil observator. Observînd cîmpurile stelare, el descoperă nenumărate stele noi : în Pleiade (Cloșca cu pui) vede 36 stele, iar în Calea Lactee, o mulțime nenumărabilă de stele, confirmînd în mod strălucit intuiția lui Democrit.

La 7 ianuarie 1610, observînd planeta Jupiter, Galilei descoperă în cîteva zile cei 4 sateliți mai mari, pe care îi numește Medicea Sidera, în cinstea familiei de Medici, care domnea în acea vreme în Toscana. Cu privire la această descoperire se cuvine să menționăm că Galilei a avut un concurent în persoana lui Simon Marius (1570—1624), matematicianul de curte al margrafului de Kulmbach, care pretinde că ar fi văzut acești sateliți înaintea lui Galilei. Acesta este și descoperitorul nebuloasei din Andromeda. De altfel, această nebuloasă, ca și cea din Orion, descoperită de către Peiresc (1580—1637), în anul 1611, sînt vizibile cu ochiul liber. Același lucru se poate spune și despre cei 4 sateliți descoperiți de Galilei la planeta Jupiter, dar aici lumina puternică a planetei îngreunează foarte mult observația, trebuind un cer foarte pur și un ochi deosebit de bun, cum se pare că a avut Mästlin, profesorul lui Kepler.

Însemnătatea descoperirii sateliților lui Jupiter este considerabilă, în favoarea sistemului copernican, dovedind că Pămîntul nu este unicul corp în jurul căruia se pot mișca alte corpuri. În martie 1610, Galilei își publică aceste prime descoperiri în *Sidereus nuncius...* (Mesagerul stelelor). Kepler, aflînd despre acestea, confirmă imediat descoperirile și le interpretează ca argumente în favoarea teoriei lui Copernic. Galilei observă în continuare sateliții lui Jupiter în scopul de a elabora o metodă practică, prin care să fie posibilă determinarea longitudinilor.

În decembrie 1610 Galilei descoperă fazele planetei Venus, dar, pentru a-și asigura prioritatea, comunică acest eveniment sub forma unei criptograme : „Haec immatura a me jam frustra leguntur o y", care s-ar traduce ca : „aceste lucruri necoapte au fost zadarnic citite de mine". În realitate, literele trebuiau organizate astfel : „Cynthia figuras emulatur Mater Amorum" literele o și y de la urmă fiind omise, și s-ar traduce astfel : „Figurile Cynthiei (Lunii) sînt imitate de Mama

Iubirii (Venus)". Aceste faze ale planetei Venus nu se pot explica decît prin rotirea ei în jurul Soarelui, importanța lor ca argument în favoarea sistemului heliocentric fiind evidentă.

Galilei mai observă petele solare și le interpretează corect, determinînd și perioada de rotație a Soarelui. Aici Galilei are trei rivali: Johann Fabricius (1578—1615), fiul lui David Fabricius (1564—1617), care descoperise variabilitatea stelei omicron Ceti, denumită de Hevelius „Mira Ceti", Christoph Scheiner (1575—1650), cu care va avea îndelungate controverse, și un nume mai rar citat, Thommas Harriot (1560—1621), astronom, matematician și naturalist englez. Primul care publică despre petele solare a fost Fabricius (1611). În fine, Galilei a mai observat două obiecte deosebite, fără a le descoperi însă. Observînd planeta Saturn, Galilei este frapat de aspectul ei neobișnuit și își anunță descoperirea cu o nouă criptogramă: „Smaismrmilmepoetailaleumibunenugttarinas", ceea ce Kepler crede că ar însemna: „Salve umbistineum geminatum Martia proles", adică „Sănătate progeniturilor gemene ale lui Marte", crezînd că Galilei descoperise 2 sateliți ai planetei Marte. În realitate, Galilei voise să spună: „Altissimum planetam tergeminum observavi" (am observat întreită planeta cea mai îndepărtată). Deci Galilei a observat pe Saturn „tricorpore", dar nu a descoperit inelul.

Un caz oarecum asemănător, și, am zice, de ultimă oră, ne este semnalat de C. Kowal și S. Drake, în 1980. Este vorba de observarea planetei Neptun, cu aproape 234 ani înainte de descoperirea ei de către Galle, în septembrie 1846. În noaptea de 26/27 decembrie 1612, Galilei observa sistemul de sateliți ai planetei Jupiter, cînd a notat o stea, într-o poziție în care azi s-a calculat că ar fi fost la acea dată planeta Neptun. O observație asemănătoare mai face peste o lună, în noaptea de 27/28 ianuarie 1613. Principala operă astronomică a lui Galilei este *Dialogo...*, în care el compară cele două sisteme ale lumii, cel ptolemeic și cel copernican (1632), ceea ce atrage mînia clerului, care, prin intermediul inchiziției îi intentează un proces rămas celebru (v. D. Cosma, *Socrate, Bruno, Galilei, în fața justiției*, 1982), în urma căruia este silit să abjure. După această abjurare legenda spune că Galilei ar fi pronunțat celebra expresie „E pur si muove!" (Și totuși se mișcă!).

A murit la 8 ianuarie 1642, orb, după o claustrare de aproape 8 ani, timp în care a mai lucrat la cartea care va pune fundamentele noii mecanici: *Discorsi*. Contemporanul său mai tînăr, dar nu mai puțin celebru, Kepler, parafrazînd ar fi exclamat la un moment dat: vicisti Galilaee! (ai învins Galilei!).

Legile mișcării planetelor și Johann Kepler (1571—1630)

Contemporanul mai tînăr al lui Galilei, Johann Kepler, s-a născut în micul oraș Weil (actualmente Weil der stadt), în ducatul Würtemberg, la 27 decembrie 1571. Deși părinții săi au fost oameni simpli, lipsiți de o cultură deosebită, au apreciat istețimea fiului lor și aptitudinile pentru învățătură. Se pare că interesul permanent pe care Kepler l-a manifestat pentru astronomie își trage rădăcinile din prima copilărie.

În anul 1577 mama își scoate fiul în afara cetății pentru a observa marea cometă (cometa măsurată de Tycho Brahe), iar în anul 1580 tatăl și fiul hoinăresc pe cîmp pentru a observa o eclipsă de Lună. Studiile și le face la Tübingen, avînd printre profesori pe M. Mästlin, de care am mai amintit și cu care va avea o lungă corespondență. În anul 1594 ajunge „matematician provincial" al Stiriei, iar în 1596 îi apare prima carte, sub îngrijirea lui Mästlin, sub titlul *Prodromus* sau *Mysterium Cosmographicum*, care conține multe idei interesante. Această lucrare atrage și atenția lui Tycho Brahe, care mai tîrziu îl acceptă ca asistent. Colaborarea lor nu durează însă prea mult, Tycho Brahe decedînd în 1601. Dar Kepler moștenește întregul său material de observație.

În anul 1604, Kepler publică lucrarea de optică *Ad Vitellionem paralipomena...*, subiect pe care îl va relua în 1611, cînd publică *Dioptrica*, în care analizează teoretic luneta astronomică. El, după Leonardo da Vinci, propune ca ocular o lentilă convergentă, cu care se obține o mărire și un cîmp vizual mai mare, deși imaginea este inversată, ceea ce, pentru observația astro-

Johann Kepler

nomică nu are importanță. Între timp, sub impulsul observării stelei noi din anul 1604, din constelația Ophiucus, aceeași pe care o observase și comentase și Galilei Kepler publică în anul 1606 cartea *De stella Nova*, care nu conține însă nimic deosebit.

În anul 1609 apare lucrarea lui Kepler *Astronomia nova...*, în care sînt enunțate primele două legi, din cele trei, cunoscute sub numele de „legile lui Kepler." Legea I spune că „planetele se mișcă pe orbite eliptice, avînd Soarele în unul din focare;" aici se cuvine amintit că mișcarea pe elipsă a fost bănuită încă de Arzachel din Toledo. Legea a II-a spune că „raza vectoare mătură arii egale în timpuri egale." În anul 1619 publică *Harmonices Mundi*, în care apare și legea a III-a: „pătratele perioadelor siderale de revoluție sînt proporționale cu cuburile semiaxelor mari."

Următoarea operă importantă a lui Kepler este publicată în anul 1627, fiind mult-așteptatele *Tabele Rudolfine*, o datorie către împăratul Rudolf al II-lea și către maestrul său, Tycho Brahe.

Deși nu a avut un conflict deschis cu autoritățile, cum a fost cazul lui Galilei sau al lui Bruno, fiind mai șubred din constituție și mai încercat în vîrtejurile vieții — acuzarea mamei sale de vrăjitorie, antrenarea în dispute teologice dintre catolici și protestanți, precum și cele două soții care i-au dăruit în total 12 copii, dintre care nu au supraviețuit toți, i-au scurtat și lui viața, astfel că Johann Kepler nu apucă măcar procesul lui Galilei (1633) și se stinge la 15 noiembrie 1630, fiind înmormîntat la biserica Sf. Petru din Regensburg. Pentru contribuția sa cea mai de seamă la progresul astronomiei, cele trei legi de mișcare ale planetelor, Kepler a fost supranumit „legiuitorul cerului". În memoria sa, pe discul Lunii s-a denumit un crater impresionant, situat în mijlocul Oceanului Furtunilor.

Observatorul din Paris și Gian Domenico Cassini (1625—1712)

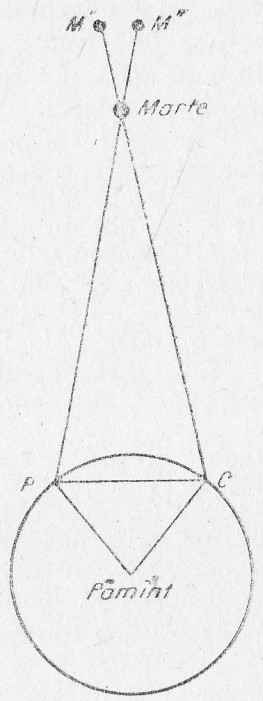
În timp ce un Galilei sau un Kepler luptau pentru triumful ideilor copernicane, se năștea o nouă generație de astronomi, care avea să consolideze pozițiile cucerite de astronomia modernă. Unul din aceștia a fost Gian (Giovanni) Domenico Cassini, născut la 8 iunie 1625 la Perinaldo, aproape de Nisa, în Italia (deși pe statuia sa din incinta Observatorului din Paris figurează ca dată a nașterii 8 ianuarie 1625). Studiile și le face la colegiul iezuit din Genova. Între 1644—1650 lucrează la Observatorul marchizului Cornelius de Malvasia din Panzano, în apropiere de Bologna, unde continuă studiul astronomiei cu Giovanni Battista Riccioli (1598—1671) și Francesco Maria Grimaldi (1618—1663). Între anii 1650—1669 el însuși este profesor de astronomie la Bologna. În anul 1669 pleacă în Franța unde, la solicitarea regelui Ludovic al XIV-lea, va conduce lucrările de înființare a Observatorului din Paris (1671), primul observator național din Europa. Din această perioadă datează controversele sale cu arhitectul Claude

Perrault, unul din realizatorii Luvrului, cu privire la construcția Observatorului care, după părerea lui Cassini, a fost terminat în mod nepotrivit.

La începutul activității sale astronomice, încă din Italia, Cassini s-a ocupat cu determinarea exactă a poziției Soarelui cu un instrument meridian, rezultatul acestor observații fiind tabelele publicate în anul 1662. În anul 1664 începe să studieze suprafețele planetelor, cu ajutorul unor lunete de o calitate superioară executate de meșterii opticieni Campani și Divini. Între anii 1652 și 1664 se ocupase cu studiul cometelor. În 1664 remarcă pe discul lui Jupiter umbra sateliților săi. Apoi determină perioada de rotație axială a lui Jupiter, la 9 ore și 56 minute, și descrie sistemul său de benzi paralele cu ecuatorul. Tot lui Cassini i se atribuie descoperirea celebrei „mari Pete Roșii", de pe Jupiter, în 1672. În anul 1666 însă observă și planeta Marte, distingînd detalii pe suprafața ei, din mișcarea cărora determină perioada de rotație axială la 24 ore și 40 minute, ceva mai mare decît perioada terestră. Întocmește tabele cu mișcarea sateliților lui Jupiter, publicate în anul 1668 și corectate în 1693, care vor fi folosite intens de astronomi și navigatori. Cu ajutorul lor Römer va putea măsura viteza luminii (1675).

Continuînd observarea planetelor și după venirea în Franța, în 1671 Cassini descoperă al doilea satelit al lui Saturn — Japhet (VIII), primul, ca strălucire, fiind Titan, descoperit de Huygens în anul 1655. El explică, de asemenea, diferențele mari de strălucire ale acestui satelit, după cum este observat la elongația estică sau vestică. În 1672 descoperă al treilea satelit al lui Saturn, pe Rhea (V), iar în anul 1684 încă doi, pe Thetis (III) și pe Dione (IV), numerele din paranteză reprezentînd numerotarea sateliților lui Saturn, începînd cu cel mai apropiat de planetă. În anul 1675 descoperise deja că inelul lui Saturn este despărțit în două printr-un gol, care a primit denumirea de „diviziunea lui Cassini". Tot el emite ipoteza că aceste inele sînt alcătuite dintr-o mulțime de particule mai mici, care se mișcă întocmai ca veritabili sateliți ai planetei. Între 1671 și 1679 observă detaliile suprafeței lunare, iar în acest ultim an realizează o hartă amănunțită a Lunii,

Determinarea distanței Pământ-Marte de G. D. Cassini



de peste jumătate de metru diametru, care va fi cea mai completă din secolul al XVII-lea.

În anul 1672, împreună cu Jean Richer și Jean Piccard observă opoziția planetei Marte, din care deduce pentru paralaxa Soarelui valoarea de 9,5". Cu această ocazie, Richer la Cayenne observă că orologiul rămîne în urmă față de mișcarea Soarelui, fapt pus în legătură cu variația atracției Pămîntului în funcție de latitudine, citată și de Newton în *Principia*. Ca director al Observatorului din Paris — deși o investigație a profesorului Simon Newcomb în arhivele Observatorului din Paris nu a găsit nici-un document care să ateste această calitate lui Cassini, el activînd acolo ca „primus inter pares" — a condus lucrări pentru stabilirea lungimii arcului de meridian, dar le interpretează incorect, ajungînd la concluzia că Pămîntul este alungit la poli, fapt

care va prilejui lui Voltaire, mare admirator al lui Newton, o fină ironie despre care vom aminti în curînd. În anul 1683 el observă lumina zodiacală și admite originea ei cosmică.

Cu privire la poziția lui Cassini față de teoriile dominante în astronomie, în afară de concepția sa eronată cu privire la forma Pămîntului, mai trebuie amintit aici că el nu era un adept al teoriei copernicane și nu accepta nici legile lui Kepler. El a fost în primul rînd un observator. În anul 1711 și-a pierdut total vederea — ca și Galilei — și a murit la 14 septembrie, în al 88-lea an de viață.

G.D. Cassini este și întemeietorul unei dinastii de astronomi, comparabilă doar cu a lui Struve. Fiul său, Jacques, născut la 18 februarie 1677, va fi al doilea director al Observatorului din Paris. El se va ocupa de forma Pămîntului între 1700 și 1701 măsurînd lungimea arcului de meridian la sud de Paris. În 1718 măsoară și partea de la nord de Paris. Acest arc nu-l va face însă să adopte o poziție mai corectă decît tatăl său în problema formei Pămîntului. Este primul astronom care, după Halley, observă mișcările proprii ale unor stele.

Jacques Cassini moare la 15 aprilie 1756. Fiul său, numit Cézar François (1714—1784) și cunoscut sub denumirea de *Cassini de Thury*, născut la Thury, va fi al treilea director al Observatorului din Paris, ocupîndu-se în mod special de cartografie. De la el se păstrează așa-numita „hartă a lui Cassini" (a Franței). În fine, fiul acestuia, Dominique (1748—1845), este al patrulea director al Observatorului din Paris, funcție pe care o abandonează în 1793, la începutul Revoluției franceze, pentru a se dedica scrierii memoriilor familiei sale. În cinstea lor, pe harta Lunii, la marginea Mării Ploilor, în rînd cu lanțul munților Alpi, se află un frumos crater lunar, care le poartă numele.

Inelele lui Saturn și Cristian Huygens (1629—1695)

Cristian Huygens von Zuylichem s-a născut la Haga, la 14 aprilie 1629, în familia lui Constantin Huygens, om politic și scriitor. Între 1645 și 1649 învață la universitățile din Leyda și Breda. Activitatea științifică și-o începe sub influența corespondenței pe care a purtat-o cu abatele Marin Mersenne (1588—1648) pînă la moartea acestuia, și a lui René Descartes, care era prieten cu tatăl său. Între 1650 și 1655 se interesează mult de probleme de optică. Este cunoscută ipoteza sa despre natura ondulatorie a luminii, care pe atunci era în concurență cu ipoteza corpusculară, susținută de Newton. Se cunoaște în optică așa-numitul „principiu al lui Huygens", cu ajutorul căruia se poate construi, din aproape în aproape, mersul unui fascicul de lumină.

Împreună cu fratele său Constantin, Cristian Huygens s-a ocupat și cu construirea de lentile, din care va realiza lunete de o deosebită calitate pentru acea vreme. Cu o asemenea lunetă, de 4 m lungime, va descoperi pe cel mai strălucitor satelit al lui Saturn — Titan (1655). După întoarcerea de la Paris, construiește o lunetă de aproape 8 m lungime, cu care va descoperi inelul lui Saturn. Ne reamintim că Galilei observase cea mai înaltă planetă „tricorpore". Cu instrumentul său mult mai puternic, Huygens rezolvă enigma lui Saturn și o expune, ca și Galilei, sub forma unei criptograme :

7a, 5c, d, 5e, g, h, 7i, 41, 2m, 9n, 40, 2p, q, 2r, s, 5t, 5u numărul indicînd de cîte ori se repetă fiecare literă. Criptograma se dezleagă astfel : *Annulo cingitur tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato* (închis cu un inel, subțire și plan, care nu-l atinge nicăieri, înclinat față de ecliptică). El fiind bine edificat asupra formei și poziției inelului lui Saturn, prezice dispariția acestuia pentru anii 1671, 1685 și 1700, cînd va fi îndreptat cu muchia spre Pămînt. A trăit pînă în 1695, putîndu-și verifica primele două prezicere.

Lui Huygens i se mai atribuie descoperirea nebuloasei din Orion, deși, după cum am văzut, și Peiresc este menționat în acest sens. În domeniul construcțiilor optice se menționează unele obiective făcute de el, cu distanțele focale de 37, 52 și 64 m. Aceste obiective, deși erau foarte greu de mînuit în cadrul așa-numitelor „lunete aeriene", erau mai puțin afectate de aberații, obiectivele corijate, din mai multe lentile, fiind inventate mai tîrziu. Totuși, Huygens inventează un nou tip

de ocular, compus din două lentile, care avea aberațiile mult reduse. Acest tip de ocular negativ, format azi din două lentile planconvexe, se întîlnește frecvent la microscoapele optice. O altă contribuție remarcabilă a lui Huygens în astronomie este punerea la punct a unui ceas al cărui mers era reglat de un pendul, idee ce se pare că a preluat-o de la Galilei.

Din operele lui Huygens care s-au publicat între anii 1888 și 1950, în 22 volume, două sînt consacrate astronomiei. Noi vom aminti aici, în ordinea apariției, *Tratatul despre lumină* (1690), care conține o expunere a ipotezei ondulatorii și *Kosmotheoros* (1698), în care susține ideea pluralității lumilor locuite.

În urma creșterii prestigiului său științific, la 17 iunie 1663 Huygens este ales membru al Societății Regale din Londra. În anul 1666, după ce este prezentat la 14 iunie regelui Ludovic al XIV-lea, devine primul academician al recent înființatei Academii de Științe a Franței. Prima ședință a Academiei a avut loc la 22 decembrie 1666. În această perioadă Huygens era protejatul lui Colbert, influent om politic de la curtea regelui.

În anul 1688 făcînd o vizită în Anglia, unde avea mulți prieteni și corespondenți, Huygens se întîlnește, din întîmplare, într-o dimineață de vară, într-un poștalion, cu Newton, a cărui faimă începuse să crească, după publicarea nemuritoarei sale opere *Principia* (1687). Cu această ocazie, Newton i-a relatat despre noile sale experiențe asupra luminii. La Societatea Regală au prezentat amîndoi comunicări: Huygens, care a stabilit legea dublei refracții și-a expus teoria greșită asupra gravitației, iar Newton, care a descoperit legea atracției universale, a prezentat rezultatele măsurătorilor sale greșite în domeniul dublei refracții...

Huygens a decedat în plină glorie, la 8 iulie 1695, un munte de pe Lună perpetîndu-i amintirea.

Atracția universală și Isaac Newton (1642—1727)

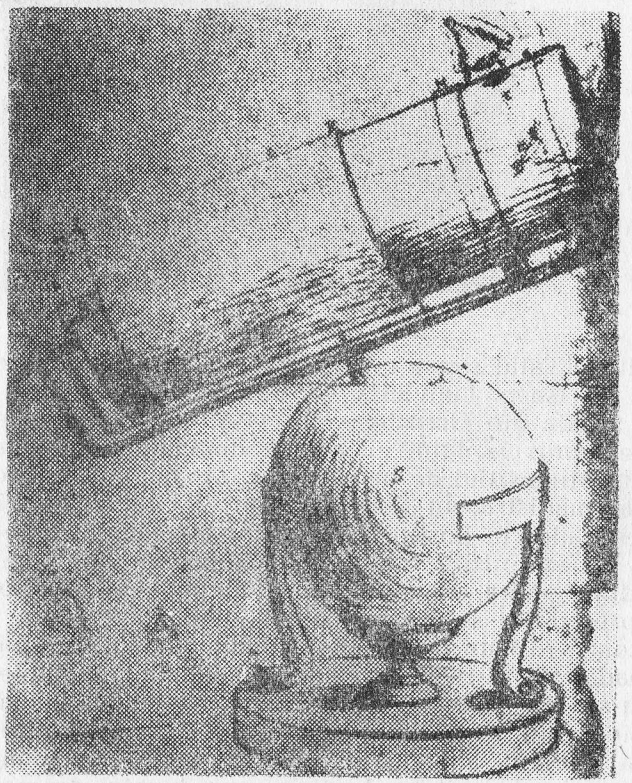
Contemporan al lui Huygens și Cassini, Isaac Newton s-a născut la 25 decembrie 1642 (stil vechi), la Woolsthorphe, sat situat la 10 km sud de orășelul Grantham, în

Isaac Newton

Lincolnshire. Tatăl său a murit la 30 de ani, înainte de nașterea lui Isaac. La vîrsta de 12 ani începe să studieze la școala din Grantham, iar la 19 ani, la 5 iunie 1661 este admis la Trinity College din Cambridge. La 22 de ani obține titlul de bacalaureat, iar în 1668 obține gradul de magistru. În anul următor, la vîrsta de 27 de ani, este ales în postul de *Profesor Lucasian* de matematici. În anul 1672 este ales membru al Societății Regale din Londra, și din anul 1703 pînă la moarte, rămîne președinte al acestei prestigioase societăți.

Newton a fost un copil liniștit, cu o fire meditativă. În perioada 1660—1680 cercetările sale sînt multiple, ocupîndu-se de matematică, fizică și astronomie. În matematică este unul din inventatorii calculului diferențial și integral, alături de Leibniz, cu care are controverse pentru prioritate. În fizică are lucrări de mecanică, îndeosebi legate de astronomie și de optică,

unde este liderul ipotezei corpusculare. Aici vom analiza pe scurt doar contribuțiile sale legate direct de astronomie. Ocupîndu-se deci cu descompunerea luminii la trecerea prin prisme de sticlă, Newton ajunge la concluzia (greșită) că refractorul acromatic este imposibil. Ideea unui telescop cu oglindă însă, se pare că a preluat-o din *Optica promota* (1663) a matematicianului James Gregory. Deci Newton nu este inventatorul telescopului cu oglindă, care se pare că a fost imaginat pe la începutul secolului al XVII-lea de către Niccolo Zucchi și Marin Mersenne. El construiește practic primul instrument de acest gen.

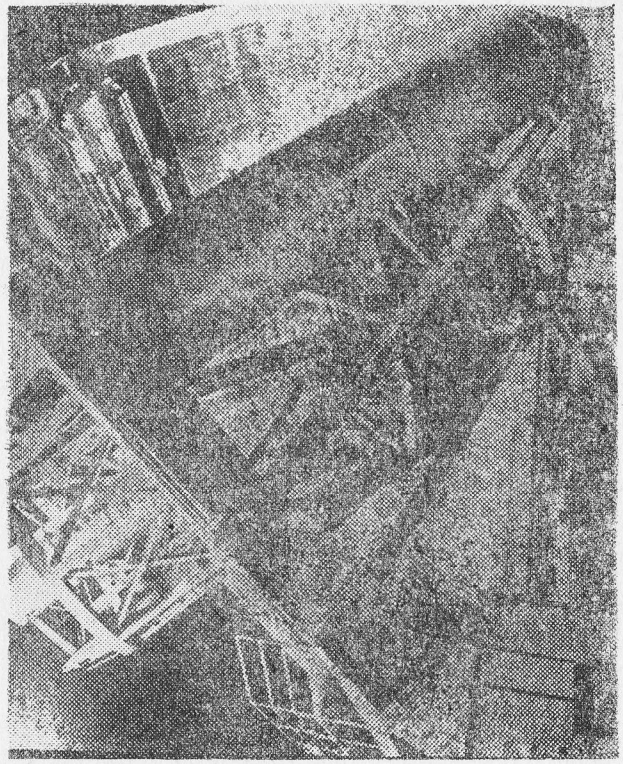


Desenul telescopului lui Newton

Telescopul lui Newton se deosebește de cel propus de Gregory, avînd ca oglindă secundară o mică oglindă plană, înclinată la 45 grade față de axul instrumentului, care are rolul de a scoate afară fasciculul de raze, perpendicular pe tubul instrumentului. Primul său telescop, terminat prin 1668, era foarte mic, cu o lungime de numai 15 cm și cu o oglindă de 25 mm diametru. Totuși, acest telescop liliputan permitea la măriri de 30—40 ori să se observe cu ușurință sateliții lui Jupiter. Aflîndu-se despre această realizare, Newton este solicitat să prezinte instrumentul Societății Regale. Pentru aceasta el face un telescop mai mare, cu oglinda de 15 cm diametru, pe care îl prezintă în ședința din 11 februarie 1672. Instrumentul stîrnește un entuziasm deosebit, fiind cauza pentru care admiterea lui Newton ca membru al Societății Regale să nu fie tărăgănată. De altfel, cu circa o săptămînă înainte, la 6 februarie, Newton prezentase Societății referatul intitulat „Noua teorie a luminii și culorilor".

În cercetările asupra gravitației este atras de un grup de colegi de la Societatea Regală, printre care erau Halley, Hooke și arhitectul Wren. Aceștia doreau să afle ce traiectorie descrie un corp care se mișcă sub acțiunea unei forțe invers proporționale cu pătratul distanței. La ideea corectă a existenței unei asemenea forțe în mișcarea planetelor ajunseseră toți trei, independent, dar demonstrația matematică nu le reușea la niciunul. Atunci Halley se duce în august 1684 la Cambridge și pune întrebarea lui Newton. Acesta răspunde pe loc că traiectoria va fi o elipsă. La insistențele lui Halley, Newton acceptă să prezinte Societății comunicarea demonstrației, iar nu peste mult timp, în anul 1687, este editată, tot sub îngrijirea lui Halley, lucrarea capitală *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principiile matematice ale filozofiei naturale), în care Newton dezvăluie legea atracției universale și o parte din consecințele ei. Lucrarea a apărut și în limba română, în anul 1956. În cartea a III-a a acestei lucrări epocale, Newton analizează mișcarea Lunii, planetelor și cometelor. Pe baza acestei lucrări fundamentale se va constitui o nouă ramură a astronomiei, mecanica cerească.

C-da 152 coala 4



Telescopul de 5 m de la Mount Palomar

Sub impulsul dat de Newton, savanții francezi încep și ei să părăsească părerea eronată susținută de Cassini, cu privire la Pământul alungit la poli. Două expediții pentru măsurarea arcului de meridian sînt trimise de Academia franceză, în America de Sud (Godin, Bouguer și la Condamine) și în nord, la Cercul Polar (Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier, Celsius). Maupertuis (1698—1759) a avut coordonarea întregii acțiuni.

La 16 aprilie 1705, Newton este înnobilat de regina Anna, devenind Sir Isaac Newton. Newton a avut în persoana lui Halley un prieten devotat și un discipol. Cu J. Flámsteed relațiile au fost însă încordate, din

cauza firii lor foarte diferite și a încetinelii cu care acesta din urmă își publica rezultatele observațiilor, de care uneori Newton avea mare nevoie. Newton este antrenat în ultimii ani ai secolului într-o serie de lucrări pentru redresarea monetară a Angliei, urmînd oarecum exemplul lui Copernic.

Moare în plină glorie, în noaptea de 20/21 martie 1727, în vîrstă de 84 ani, fiind înmormîntat la mînăstirea Westminster din Londra. Importanța operei marelui om de știință, cum umanitatea are o dată la cîteva secole, este imensă. Unele aprecieri se află la finele ediției românești a *Principiilor*, iar altele pot fi găsite în cartea lui S.I. Vavilov *Newton*, apărută în limba română în anul 1962. În afara unui crater adînc, care se află în apropierea Polului Sud al Lunii, memoria lui Newton mai este perpetuată de o serie de monumente și statui, printre care una la Londra, iar din 1755 o statuie din marmură la Cambridge, la Trinity College, pe care se poate citi următoarea inscripție: *Cel care a întrecut prin geniu neamul omenesc.*

Viteza luminii și Ole Römer (1644—1710)

O dată cu introducerea legii atracției universale în patrimoniul cultural al omenirii, se punea problema modului în care se propagă această forță de atracție. Apare conceptul de acțiune la distanță. Dar cu ce viteză se propagă oare această acțiune? În cadrul teoriei ondulatorii se cunoștea viteza de propagare a unor unde în diferite medii, printre care viteza sunetului era un caz particular. Dar, oare, viteza luminii este infinită sau finită și măsurabilă? Experiențele lui Galilei cu felinarele nu dăduseră nici-un rezultat.

Omul care avea să rezolve această problemă, danezul pe nume Ole (Olaus) Römer, s-a născut la 25 septembrie 1644, în Århus. Studiile și le face la Universitatea din Copenhaga. Cînd Jean Picard vine în Danemarca pentru a măsura cu precizie coordonatele observatorului lui Tycho Brahe de pe insula Hveen, necesare unor lucrări de măsurare a arcului de meridian, îl găsește pe tînărul Römer și îl invită la Paris, unde

se înființa noul Observator Astronomic. Astfel, Römer trăiește în capitala Franței un deceniu, între 1671 și 1681. Aici, cu ajutorul tabelelor sateliților lui Jupiter alcătuite de Cassini, el descoperă caracterul finit al vitezei de propagare a luminii. Totul a pornit de la constatarea unei întîrzieri cu care observau eclipsele sateliților față de momentele calculate din tabele. Uneori însă, eclipsele se produceau în avans față de momentele calculate. Römer a constatat că eclipsele par întîrziate cînd Jupiter este apropiat de conjuncția cu Soarele (E) și în avans, cînd Jupiter este aproape de opoziție (H). Römer trage concluzia că aceste diferențe de timp corespund diferențelor de distanță dintre Pămînt și Jupiter, diferența cea mai mare fiind egală chiar cu diametrul orbitei Pămîntului. În timp el găsește valoarea de 22 minute, în realitate măsurările moderne indicînd 16 min. O simplă împărțire dă viteza luminii. Această descoperire a făcut-o în anul 1675—1676, la mijlocul șederii sale la Paris, ca membru al noii Academii de Științe.

Întors în patrie, în anul 1681, ocupă postul de profesor de astronomie la Universitatea din Copenhaga. Apoi înființează și conduce Observatorul din localitate. Pentru astronomie, Römer mai are două contribuții importante, în anii 1689—1690 : pune la punct două instrumente care vor deveni de neînlocuit în cercetările de astronomie. Este vorba de „machina domestica" ; aceasta este practic primul instrument de pasaj (trecere) modern, și primul cerc meridian, numit de el „rota meridiana". La ambele instrumente luneta avea forma a două trunchiuri de con îmbinate pe baza mare, pentru a diminua cît mai mult flexiunea lunetei. Axa orizontală trecea prin bazele unite ale conurilor, unde, cu timpul, va apărea cubul lunetei, axa orizontală căpătînd și ea o formă tronconică. Firele reticulare erau iluminate. Aceste instrumente au fost însă premature la acea vreme, ele fiind „redescoperite" mai tîrziu și perfecționate la instrumentele moderne.

Römer a murit la 19 septembrie 1710, în vîrstă de 66 ani. Un crater lunar la nord de Marea Liniștii îi perpetuează memoria.

Observatorul Greenwich și John Flamsteed (1646—1719)

Contemporan al lui Newton, Römer, Cassini și Huygens, John Flamsteed s-a născut la Denby, în Derbyshire, la 19 august 1646. Mama sa moare cînd el era în vîrstă de 3 ani. În 1661, din cauza unei grave afecțiuni reumatismale trebuie să se retragă de la școală. Se ocupă cu astronomia ca amator. Totuși, în anul 1674 a absolvit universitatea la Cambridge, iar în 1675, la recomandarea lui Sir Jonas Moore este numit astronom regal, cu un salariu de 100 lire pe an. Se pune și în Anglia problema construirii unui mare observator astronomic, care să deservească în primul rînd necesitățile navigației pe mare.

Pentru locul viitorului observator s-au propus inițial două amplasamente, în Hyde Park sau în Chelsea College, dar, la sugestia lui Sir Christopher Wren, se alege în final dealul de la Greenwich. Prima piatră a Observatorului Regal a fost pusă la 10 august 1675. Pentru început, din fonduri proprii, Moore a construit pentru observator un sextant de fier, un ceasornic și cîteva micrometre. La acestea Flamsteed a adăugat instrumentele sale proprii.

Construcția observatorului propriu-zis, care a fost terminat în 1676, a costat 520 lire. Ulterior, Flamsteed a construit un quadrant mare de perete. El este primul care folosește luneta la măsurătorile de unghiuri, pentru stabilirea exactă a poziție stelelor, planetelor și Soarelui. Putînd face deci observații mai precise decît înaintașii săi, s-a interesat de teoria mișcării Lunii. A continuat dezvoltarea teoriei începute de Jeremiah Horroks (1618—1641) și pe baza ei alcătuiește tabele cu mișcarea Lunii (1673). Apoi, în repetate rînduri s-a întors la această teorie, îmbunătățind-o pe baza noilor observații. De aceste rezultate avea mare nevoie I. Newton, pe care îl cunoscuse în anul 1670. Cu Newton mai corespondează și în legătură cu cometa din anul 1680.

Această cometă a fost sursa începutului divergențelor dintre cei doi astronomi. Newton susținea că de fapt ar fi fost două comete, în timp ce Flamsteed era de părere că fusese o singură cometă, observată de două

ori, înainte și după trecerea prin apropierea Soarelui (prin periheliu, în limbaj actual). Pînă la urmă s-a constatat că J. Flamsteed avusese dreptate, ceea ce și Newton recunoaște în prima ediție a *Principiilor*. Tot în anul 1673 publică un tratat despre diametrele aparente ale planetelor. O înrăutățire a relațiilor dintre cei doi bărbați a intervenit cînd s-a organizat o comisie, sub președinția lui Newton, pentru verificarea activității Observatorului Regal de la Greenwich. În relațiile lor erau mediați de Halley, care se pare că mai mult învenina lucrurile. Între timp Flamsteed lucra asiduu la un mare catalog de stele, a căror poziție era determinată, grație lunetei, cu o eroare nu mai mare de 10", ceea ce era un progres remarcabil, de la Tycho Brahe. Între 1676 și 1689 de exemplu, J. Flamsteed a efectuat circa 20 000 de observații cu sextantul, cu precizia de 10". De editarea catalogului de stele al lui Flamsteed s-a ocupat, ca și în cazul lui Newton, tot Halley. Primul volum apare în decembrie 1707.

Flamsteed lucrează în continuare la desăvîrșirea operei, care cuprinde pozițiile a aproape 3 000 de stele, cu precizia amintită, fiind primul catalog modern. Opera integrală va apărea după moartea sa, în 1725, sub titlul *Historiae Coelestis Britannicae.*

În ciuda constituției sale bolnăvicioase și a deselor acutizări ale bolii sale care-l făceau să întrerupă munca, Flamsteed a trăit 73 de ani, murind în ultima zi a anului 1719. În amintirea lui Flamsteed, primul astronom regal, în timpul căruia Observatorul Greenwich obține o faimă bună în lume, pe Lună, un crater situat în partea de sud a Oceanului Furtunilor îi perpetuează memoria.

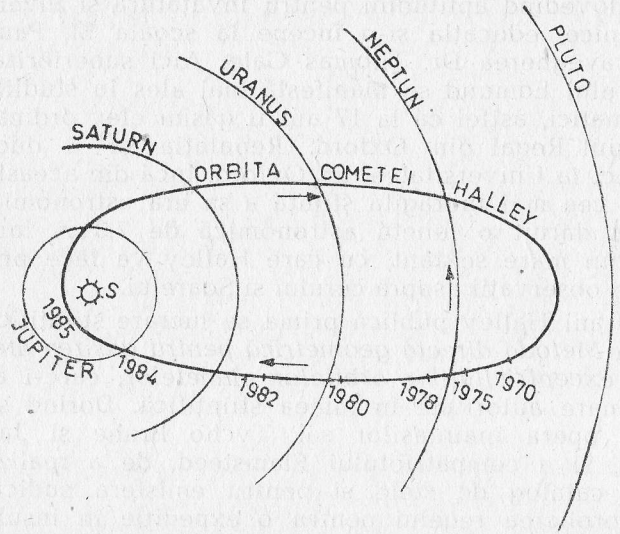
Periodicitatea cometelor și Edmund Halley (1656—1742)

Celebrul astronom Edmund Halley s-a născut în Haggerston, în apropiere de Londra, la 29 octombrie 1656. Tatăl său, care avea același nume cu al ilustrului său fiu, era un spălător de rufe în Winchester Street din Londra, unde afacerile îi mergeau destul de bine.

Copilul dovedind aptitudini pentru învățătură și invenții mecanice, educația și-o începe la școala Sf. Paul, sub supravegherea Dr. Thomas Gale. Aici superioritatea tînărului Edmund se manifestă mai ales în studiile de matematici, astfel că la 17 ani îl găsim elev ordinar la Colegiul Regal din Oxford. Reputația sa îl duce apoi direct la Universitatea din Oxford. Încă din această perioadă cea mai îndrăgită știință a sa era astronomia. Tatăl i-a dăruit o lunetă astronomică de 7,3 m lungime și un mare sextant, cu care Halley va face primele sale observații asupra cerului și Soarelui.

La 19 ani Halley publică prima sa lucrare științifică intitulată *Metodă directă geometrică pentru găsirea afeliilor și excentricităților orbitelor planetelor,* care-i aduce o mare autoritate în lumea științifică. Dorind să continue opera înaintașilor săi, Tycho Brahe și Jan Hevelius, și a compatriotului Flamsteed, de a realiza deci un catalog de stele și pentru emisfera sudică, obține aprobarea regelui pentru o expediție în insula Sf. Elena, unde stă 18 luni. Aici el face observații cu instrumentele dăruite de tatăl său. Observă stelele și Soarele, precum și tranzitul planetei Mercur din anul 1677. Cu acest prilej elaborează metoda pentru observarea tranzitului planetei Venus din anii 1761 și 1769, în scopul determinării paralaxei Soarelui. Între 1676—78 observă cerul sudic, alcătuind un catalog cu 341 stele. Întors în țară, pentru aceste lucrări obține titlul de „Magister of Arts" pe data de 18 noiembrie 1678, iar la 30 noiembrie este ales membru al Societății Regale.

După întoarcerea în Anglia, în anul 1682, Halley se căsătorește cu o tînără pe nume Mary Tooke, cu care va trăi fericit încă 55 de ani, pînă la moartea acesteia. În perioada 1684—87 se ocupă cu apariția operei principale a lui Newton *Principia,* fiind pentru acesta un veritabil catalizator. Unii autori consideră chiar că meritul cel mai mare al lui Halley a fost stimularea și apoi insistența cu care a stăruit pînă la apariția acestei nemuritoare opere. În anul 1888, dr. Gleisher afirma că: „fără Halley poate *Principia* nu ar fi existat". În anul 1691 candidează pentru obținerea postului de *Profesor Savilian* de Astronomie la Oxford, dar opoziția lui Flamsteed face ca să fie ales altcineva.



Orbita cometei Halley

În 1692, Halley își expune teoria sa asupra magnetismului terestru. În 1696, cu recomandarea lui Newton obține postul de Controlor al Monetăriei Statului, la filiala din Chester. Începînd însă din 1682, sau chiar mai înainte, de la cometa din 1680, Halley este preocupat de problema dacă nu cumva unele comete sînt periodice și au mai fost observate. El realizează un catalog cu 24 apariții cometare, cărora le calculează cu destulă precizie elementele orbitelor. Lucrarea apare în anul 1705, un an după ce ocupase, în fine, catedra *Savilian* de la Oxford. Titlul lucrării era *Eseu asupra astronomiei cometelor*. Dintre aceste 24 de comete apărute între anii 1337 și 1698, lui Halley îi atrage atenția cometele apărute în anii 1531, 1607 și 1682, ultima trecere fiind observată de el însuși, Newton și Flamsteed. Elementele calculate pentru aceste comete erau practic identice, de unde Halley trage concluzia că era una și aceeași cometă, avînd o perioadă medie de 76 ani. De atunci, această cometă, devenită celebră, poartă numele lui Halley, deși nu el a descoperit-o.

Cometa Halley a fost observată încontinuu, cu foarte puține „absențe", încă din anul 466 înaintea erei noastre, iar după unii autori, chiar mai înainte. Iată însă ce spune chiar Halley cu privire la această descoperire, care l-a făcut celebru: „A trebuit să mă gîndesc mult dacă cometa din 1531 pe care a observat-o Apian era aceeași cu cea observată și descrisă în 1607 de Kepler și Longomontanus, și aceeași cu cometa pe care însumi am observat-o în 1682. Toate elementele coincid cu exactitate și abia inegalitățile perioadei, care prima dată este de 76 ani și 2 luni, iar apoi 74 ani și 10,6 luni, ne permit presupunerea că aceste diferențe nu sînt prea mari ca să nu poată fi explicate printr-o cauză fizică oarecare. Noi știm că mișcarea lui Saturn este așa de mult perturbată de alte planete, îndeosebi de Jupiter, încît timpul de revoluție este cunoscut cu o precizie de cîteva zile. Mult mai mare trebuie să fie efectele asupra cometei, care se îndepărtează de Soare de 4 ori mai mult ca Saturn! De aceea pot prezice cu siguranță întoarcerea ei în anul 1758. Dacă ea se întoarce, nu este nici-o cauză să ne îndoim că și alte comete trebuie să se reîntoarcă spre Soare".

Halley a trăit 86 de ani, dar nu a mai apucat să-și verifice prezicerea. Cometa s-a întors fidelă, fiind descoperită la 25 decembrie 1758 de Johann Georg Palitzsch (1723—1788), un țăran astronom amator de lîngă Dresda, care se pregătise intens în acest scop.

Dar faima lui Halley a crescut și înainte de această răsunătoare confirmare. În anul 1715, la Londra a fost vizibilă o eclipsă totală de Soare, prima după cea din anul 1140. Halley a calculat cu exactitate fazele acestei eclipse care, producîndu-se întocmai, i-au mărit reputația. De asemenea, în anul 1718 descoperă mișcările proprii ale stelelor Arcturus, Procyon și Sirius, comparînd pozițiile determinate de el cu ale lui Ptolemeu. Lui i se atribuie de asemenea descoperirea roiului globular din constelația Hercules, cunoscut sub denumirea M 13.

Flamsteed a murit la 31 decembrie 1719, iar la 9 februarie 1720 Halley este ales succesorul său, devenind deci al doilea astronom regal, director al Observatorului de la Greenwich.

Nucleul Cometei Halley fotografiat de sonda spațială sovietică Vega-2 (1986)

În timpul lui Halley, Observatorul s-a dezvoltat, fiind dotat cu noi instrumente, printre care o lunetă de treceri la meridian, de 1,6 m lungime. Halley a fost, spre deosebire de Flamsteed, dotat cu o bună sănătate, și abia în 1737 este lovit de un atac de paralizie. Dar el a lucrat harnic în continuare cu luneta sa pînă în 1739, cînd sănătatea a început să cedeze rapid. A murit la 14 ianuarie 1742, păstrîndu-și facultățile mintale pînă la sfîrșit. A fost înmormîntat în cimitirul bisericii Lee, în Kent, unde se pare că ulterior a fost înmormîntat și Pond, al VI-rea astronom regal al Angliei.

Halley, ca și predecesorii săi, Newton sau Copernic, a fost un om cu preocupări multiple : căpitan în flota de război, inginer militar, geofizician și statistician, dar în primul rînd astronom. Memoria sa este perpetuată, în afară de cometa care-i poartă numele, și de un crater lunar, situat între circurile mai mari care poartă alte nume celebre : Hiparh și Albategnius.

Aberația luminii și James Bradley (1693—1762)

Viitorul al treilea astronom regal al Angliei, James Bradley, s-a născut în martie 1693, într-o veche familie din Durham, în localitatea Sherbourne, în Gloucestershire. Ca și alți astronomi despre care am mai vorbit, intră și el sub aripa ocrotitoare a unchiului James Pound, el însuși bine cunoscut ca astronom observator, despre el scriind și Newton în *Principia*. Această școală timpurie îl face pe Bradley expert în mînuirea instrumentelor astronomice. În anul 1714 termină Universitatea la Oxford. Primele realizări remarcabile în astronomie le realizează încă de tînăr, în anii 1717 și 1718 cînd, împreună cu unchiul său, determină distanța de la Pămînt la Soare cu mare precizie, astfel că este lăudat de însuși Halley. Pentru această realizare, la 6 noiembrie 1718 este ales membru al Societății Regale.

Din 1722 este *Profesor Savilian* de Astronomie la Universitatea din Oxford, post în care fusese și Halley. Prelegerea inaugurală o ține pe data de 26 aprilie 1722. Între timp continuă observațiile astronomice. La 9 octombrie 1723 observă trecerea planetei Mercur pe discul solar. În același timp determină dimensiunea planetei Venus.

Fiind sesizat de un amic, astronomul amator englez Samuel Molyneux (1689—1728), de abaterile înregistrate în pozițiile stelei Gama Draconis, care se putea vedea în apropierea zenitului, Bradley, preluîndu-i și instrumentul special construit pentru asemenea observații, începe un studiu asiduu al acestei stele. Luneta avea o lungime focală de peste 7,3 m, ocularul fiind la o înălțime de 1 m deasupra solului. Bradley își termină studiul în anul 1727. Steaua prezenta abateri de 20" în ambele părți ale poziției medii, deplasarea fiind în direcția mișcării orbitale a Pămîntului. Nu putea fi deci vorba de deplasarea paralactică ; aceasta ar fi trebuit să aibă altă înclinare și altă mărime. Apoi, toate stelele prezentau același tip de abatere anuală, de unde Bradley trage concluzia că fenomenul nu are nimic cu poziția stelei în spațiu. Abia peste doi ani, în 1729, el găsește adevărata explicație a fenomenului. Înclinarea de 20" pe care trebuie să o dăm instrumentului față de poziția adevărată a stelei se datorește caracterului finit al vitezei de propagare a luminii — de acum cunoscut datorită lucrărilor lui Römer —, care se compune

cu viteza Pămîntului pe orbită (care este de circa 30 km/s). Deci telescopul trebuie îndreptat de-a lungul rezultantei acestor viteze, care se compun vectorial, după regula paralelogramului.

Se povestește că „inspirația" i-a venit lui Bradley în timp ce făcea o plimbare cu un vas pe Tamisa. Iată cum este descrisă întîmplarea de T. Thomson în *Istoria Societății Regale* (1812, p. 346) : „În cele din urmă, cînd pierduse nădejdea că va fi în stare să explice fenomenele pe care le observase, o explicație satisfăcătoare îi apăru dintr-odată, tocmai cînd renunțase a o mai căuta. El făcea o excursie pe Tamisa, la bordul unei corăbii cu pînze. Vasul pe care se afla avea un catarg, care avea în vîrf o giruetă. Bătea un vînt nu prea tare și multă vreme excursioniștii au navigat pe rîu în sus și în jos. J. Bradley a remarcat că, ori de cîte ori vasul își schimbă direcția, girueta din vîrful catargului devia puțin, ca și cum ar fi avut loc o ușoară schimbare a direcției vîntului. El a observat acest fapt de trei sau de patru ori fără a spune nimic ; în cele din urmă s-a adresat marinarilor și le-a mărturisit mirarea sa că vîntul își schimbă direcția atît de regulat, la fiecare schimbare a direcției vasului. Marinarii i-au spus că vîntul nu și-a schimbat direcția și că schimbarea aparentă se datora schimbării direcției vasului și l-au asigurat că acest lucru se întîmplă mereu. Această observație întîmplătoare l-a dus la concluzia că fenomenul care l-a pus atîta vreme în încurcătură se datora mișcării combinate a luminii și Pămîntului".

Pentru a înțui mai bine esența fenomenului aberației luminii, cum a fost denumit, să ne reamintim de unghiul pe care trebuie să-l dăm umbrelei cînd *mergem* pe ploaie, pentru a nu ne uda picioarele, în ipoteza că nu bate vîntul. Însemnătatea teoretică a descoperirii fenomenului aberației luminii, este acela că *el este prima dovadă* experimentală (de observație) directă în favoarea sistemului heliocentric (fazele lui Venus trebuiau să apară și în cazul sistemului lui Tycho Brahe). Importanța practică este o nouă metodă de determinare a vitezei luminii. Dacă Römer, din observarea eclipselor sateliților lui Jupiter, găsise o valoare de 214 000 km/s,

Bradley, adoptînd pentru unghiul de aberație valoarea de 20" și pentru viteza orbitală a Pămîntului valoarea de 30 km/s, obține pentru viteza luminii 310 000 km/s. În prezent se admit 299 792,5 km/s.

De asemenea, cunoașterea cu precizie a „corecției de aberație" în pozițiile stelelor este de un real folos în lucrările de astrometrie și de astronomie stelară. Aberația luminii fiind descoperită și introdusă în calcul ca o corecție, Bradley continuă cercetarea în căutarea paralaxei. Astfel, după o muncă de încă 20 de ani, descoperă o variație mai mică, cu o amplitudine maximă de 9" într-o perioadă de 18,6 ani, care coincide cu perioada de revoluție a nodurilor Lunii. În anul 1748, Bradley prezintă Societății Regale rezultatul descoperirii sale, care capătă numele de *nutație*, explicîndu-se, așa cum presupuse încă Newton, printr-o oscilație a axei polilor globului terestru sub atracția Lunii asupra umflăturii ecuatoriale. Între timp, murind Halley la 14 ianuarie 1742, în februarie, același an, Bradley este ales în funcția de astronom regal și director al Observatorului Greenwich. În anul 1744 se căsătorește și are o fiică, ceea ce nu îl împiedică să continue activitatea astronomică. Se afirmă că, uneori, într-o noapte, făcea peste 250 de observații de treceri de stele la meridian.

În perioada 1750—1762, la Greenwich s-au făcut peste 60 000 de observații, cu o precizie care ar satisface și cerințele astronomiei actuale. Bradley a calculat tabele pentru studiul precesiei, aberației și nutației în determinarea pozițiilor precise ale stelelor. A alcătuit și tabele amănunțite ale refracției atmosferice, luînd în considerare influența temperaturii și presiunii aerului. Este membru al unor academii, iar Societatea Regală îi acordă medalia de aur Copley, cea mai înaltă distincție.

Bradley moare la 13 iulie 1762, iar un crater lunar îi perpetuează amintirea.

Începuturile astrofizicii și Pierre Bouguer (1698—1758)

Astronomia cu care ne-am întîlnit pînă acum își propunea să măsoare pozițiile, dimensiunile și mișcările aștrilor, fără a putea preciza cu ceva natura fizică a

corpurilor cereşti sau compoziţia lor chimică. A fost aşa-numita astronomie clasică, sau de poziţie, spre deosebire de astronomia modernă, care, în cea mai mare parte se ocupă cu natura fizică a corpurilor cereşti şi chiar cu compoziţia lor chimică, fiind, într-un cuvînt, o *astrofizică*. Am arătat că au existat şi înainte *rudimente* de astrofizică în cercetările astronomice ale vechilor astronomi, cum ar fi împărţirea stelelor în 6 clase de strălucire la Hiparh. Dar cel care va pune bazele măsurării cantitative a luminii care ne vine de la aştri, fiind practic fondatorul astrofizicii, a fost Pierre Bouguer.

Pierre Bouguer s-a născut la 10 februarie 1698 în oraşelul Le Croisic, situat la circa 50 km vest de Nantes, în Franţa. Copilăria şi tinereţea lui Pierre se va petrece pe malul mării, în porturile de la golful Biscaya de la Oceanul Atlantic, ceea ce va explica poate atracţia lui pentru mare, pe care nu o va împărţi decît cu cealaltă „mare", a cerului înstelat. Tatăl lui Pierre, care a exercitat o vie influenţă asupra viitorului savant, era el însuşi profesor de navigaţie. Dar tatăl moare cînd fiul avea doar 15 ani. Se cunoaşte marea aptitudine a lui Pierre Bouguer pentru studiile de matematică, cu care era în repetate rînduri în concurenţă cu profesorii săi. După moartea tatălui, pentru a se putea întreţine, pe sine şi pe fratele său, Bouguer trebuie să-şi pună în valoare aptitudinile şi asta o face ocupînd postul tatălui său, prin concurs, avînd mai apoi ca elevi oameni mult mai în vîrstă ca el.

În cercetarea ştiinţifică Bouguer se ocupă îndeosebi cu fotometria, acea ramură a opticii (fizicii) în care se măsoară cantitatea de lumină. Prima sa lucrare publicată în anul 1726 se intitula *Compararea forţei luminii Soarelui, Lunii şi a mai multor candele*. Se vede de aici tenta astronomică a cercetărilor tînărului savant, care îşi alege ca surse de lumină corpurile cereşti.

Ultima sa lucrare, apărută postmortem, în anul 1760, este tot de optică, intitulîndu-se *Tratat de optică asupra gradaţiei luminii*. Între aceste opere se desfăşoară întreaga sa viaţă ştiinţifică, în Franţa şi în străinătate. În anul 1730 Pierre Bouguer pleacă din Le Croisic în Le Havre, în locul său rămînînd fratele său ca hidrograf

regal. La 5 septembrie 1731 Bouguer devine membru al Academiei de Ştiinţe din Paris, ca geometru asociat, în locul lui Maupertuis, care avansase în grupul restrîns al *pensionarilor*, nucleul cel mai valoros al Academiei.

În cadrul Academiei, Bouguer va lua poziţie împotriva teoriei vîrtejurilor a lui Descartes, care mai era apărată cu încăpăţînare de Daniel Bernoulli. O contribuţie remarcabilă în problema formei Pămîntului, în disputa dintre newtonieni, care susţineau că Pămîntul este oblat (turtit) şi cei care, după Descartes şi Cassini, că este oblong (alungit la poli), va avea Bouguer în cadrul expediţiei trimise de Academie în America de Sud pentru măsurarea arcului de meridian. Dacă grupul care lucrase în Laponia, la cercul polar, sub conducerea lui Maupertuis, s-a întors în ţară peste 15 luni, expediţia de la ecuator, din care făceau parte Bouguer, de la Condamine şi Godin a durat mult mai mult. Pentru Bouguer 9 ani, pentru de La Condamine 10 ani, recordul fiind bătut de doctorul expediţiei, Joseph de Jussieu, care a petrecut în Peru 36 de ani. Condiţiile de lucru erau foarte dificile şi se spune că numai datorită îndîrjirii lui Bouguer expediţia a putut să-şi realizeze scopul. S-a lucrat de multe ori la altitudine, la peste 3—4 km înălţime, Bouguer dovedind cu această ocazie reale aptitudini de alpinist.

O altă contribuţie însemnată a lui Bouguer în terenul în care astronomia se intersectează cu optica a fost inventarea, în anul 1748, a *heliometrului*. El s-a folosit iniţial la măsurarea exactă a diametrului Soarelui, de unde îşi trage şi numele. Dar aparatul a putut fi folosit şi la măsurarea exactă a distanţelor unghiulare mici, la stele duble, diametre planetare etc. Bessel îl va folosi cu succes în celebra-i lucrare de determinare a primei paralaxe stelare.

Pierre Bouguer moare la 15 august 1758, în vîrstă de 60 de ani. Tratatul său de optică asupra gradaţiei luminii, care apare în 1760, are o prefaţă semnată de bunul său prieten, celebrul astronom Nicolas-Louis de La Caille. În memoria lui Bouguer, atît pe planeta Marte, cît şi pe Lună, există cîte un crater care-i poartă numele (pe Lună în apropierea golfului Curcubeului, de la Marea Ploilor, pe aceeaşi paralelă cu La Condamine).

Rețeaua de difracție și David Rittenhouse (1738—1796)

Personajul de care ne vom ocupa în cele ce urmează, primul din „Lumea Nouă", deși este considerat în primul rînd astronom, nu este menționat în istoriile curente ale astronomiei, decît în trecere. David Rittenhouse s-a născut într-o familie de fermieri la 8 aprilie 1732, în orășelul Norristown din statul Philadelphia, S.U.A. Prima educație o capătă David în familie. Din tinerețe manifestă interes pentru astronomie și fizică. Atunci el construiește un ceas complicat care putea indica și mișcarea planetelor. Între anii 1767—1769 construiește un planetariu și apoi un observator. Rittenhouse este considerat a fi primul care a construit un telescop în America. În anul 1769, cu ocazia trecerii planetei Venus peste discul solar, face împreună cu William Smith observații remarcabile, din care cauză ferma sa de lîngă Philadelphia a primit denumirea temporară de „Stațiunea Norristown". Cu această ocazie Rittenhouse descoperă, pentru a doua oară, atmosfera lui Venus. Între timp devine profesor și apoi rector al Universității din Pennsylvania. Dar contribuția cea mai importantă a lui Rittenhouse a fost inventarea rețelei de difracție.

Din nefericire, ca și în cazul lunetei inventată de Leonardo da Vinci, invenția rețelei de difracție în anul 1786 a fost prematură, ea fiind reinventată 35 de ani mai tîrziu de J. Fraunhofer, care o introduce în circuitul mondial. După unii autori, această invenție s-ar datora însă fizicianului francez Claude Dechale (1621—1675), care ar fi realizat-o prin anul 1674. De fapt, se pare că fizicianul francez ar fi observat doar fenomene de difracție produse la trecerea luminii prin pînza de păianjen sau prin frunzele copacilor.

În această direcție, atenția lui Rittenhouse este atrasă de o scrisoare din 16 martie 1785, din partea juristului F. Hopkins, care cere lămuriri cu privire la un spectru de difracție pe care îl observase întîmplător. Pentru a studia fenomenul, Rittenhouse construiește o rețea de difracție, prima de acest fel, de formă pătrată cu latura de 0,5 țoli (12,5 mm), pe care bobina fire de

păr, ajungînd la 50—60 fire. El observă difracția produsă de această primă rețea artificială și își dă seama că spectrul va fi mai bun dacă va îndesi firele, ceea ce și realizează în parte. El mai observă deosebirea dintre spectrul dat de rețea față de spectrul dat de o prismă. Apoi el caută unghiurile sub care se văd diferitele spectre în spatele rețelei.

Deci Rittenhouse este primul experimentator care a făcut determinări cantitative asupra luminii difractate cu o rețea. El nu a dat o interpretare acestor fenomene, fiind un adept al ipotezei corpusculare. Din nefericire el nu a dat nici o importanță acestor cercetări, pe care le-a întrerupt din lipsă de timp ! Iată ce spune cu privire la importanța rețelei de difracție H. Lipson (1973) : „Deoarece, așa cum vom vedea mai jos, studiul spectrelor a avut o importanță uriașă pentru înțelegerea structurii materiei, aș susține chiar că *rețeaua de difracție trebuie considerată drept cea mai importantă invenție făcută vreodată de un fizician.* Microscopul se apropie de ea sub raportul importanței, dar rețeaua ne introduce în domenii mult mai tainice decît microscopul". Același autor mai preciza următoarele : „Se poate afirma fără teama de a greși că măsurătorile efectuate cu rețele de difracție sînt cele mai precise din fizică".

Pentru activitatea sa astronomică D. Rittenhouse este ales membru al Societății Regale din Londra, iar după moartea lui Benjamin Franklin (1790) este ales președinte al Societății Americane de Fizică. O soartă asemănătoare cu a lui Copernic sau Newton, face ca, în anul 1792, George Washington, președintele de atunci al Statelor Unite, să-l numească pe Rittenhouse în postul de director al Casei monetăriei.

David Rittenhouse a murit la 26 iulie 1796, în vîrstă de 64 ani. Un crater situat pe fața invizibilă a Lunii îi poartă numele.

Astronomia stelară și William Herschel (1738—1822)

După Copernic, care în fond a fost în astronomie un amator, viitoarea mare revoluție în astronomie avea să fie făcută de un alt amator. Născut la Hanovra, la

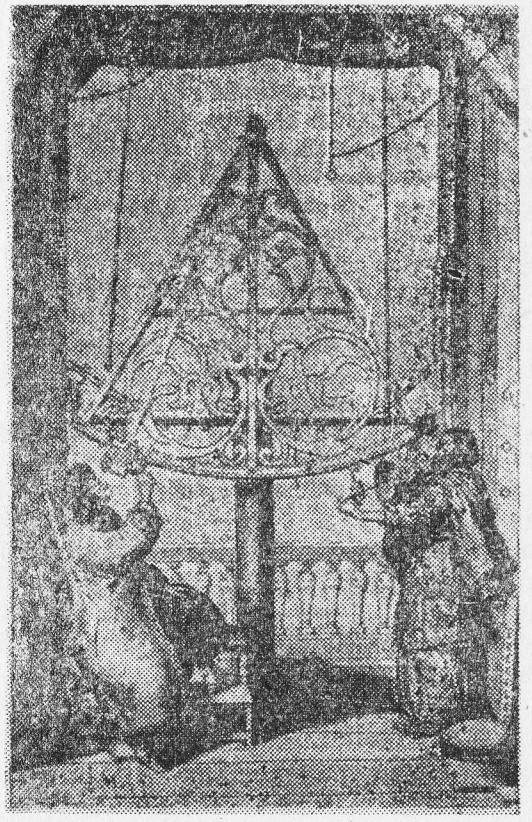
C-da 152 coala 5

William Herschel

15 noiembrie 1738, Friedrich Wilhelm Herschel provine dintr-o familie de muzicieni. Tatăl său, Isaac Herschel era muzician, profesiune pe care o va îmbrăţişa şi fiul său Wilhelm. Din cauza războiului de 7 ani, pleacă în 1757 în Anglia, unde practică, de asemenea, profesiunea de muzician. De astronomie începe să se intereseze abia la vîrsta de 36 de ani, prin lectura unor cărţi de matematică, care-i relevau şi alte armonii, în afara acelora oferite de muzică. În acea vreme, astronom regal era, din 1765, Nevil Maskelyne (1732—1811), care fusese asistentul lui Bradley. El este al V-lea astronom regal, după interludiul de 2 ani în care postul este ocupat de Nathaniel Bliss (1700—1764).

Între profesionistul Maskelyne şi amatorul Herschel se vor stabili adevărate relaţii de prietenie, cum rar se întîlnesc între aceste categorii rivale de cercetători... Herschel, cunoscut acum sub numele englezesc William, urmărind minunăţiile oferite de muza Urania, ajunge la concluzia că, spre a le savura mai bine trebuie să le observe el însuşi şi, cum preţul unui bun instrument astronomic era destul de ridicat, decide să şi le construiască singur.

În Anglia, spre deosebire de celelalte ţări de pe continent, telescopul reflector (cu oglindă) devenise, după Newton, instrumentul naţional. Triumful adevărat al reflectorului va veni abia după ce opticianul englez John Hadley realizează un reflector cu oglindă paraboloidală de 150 mm diametru, care întrecea în putere optică celebrul „Luftfernrohr" (lunetă aeriană) a lui Hevelius, de peste 50 m lungime (1722). Deci Herschel se hotă-



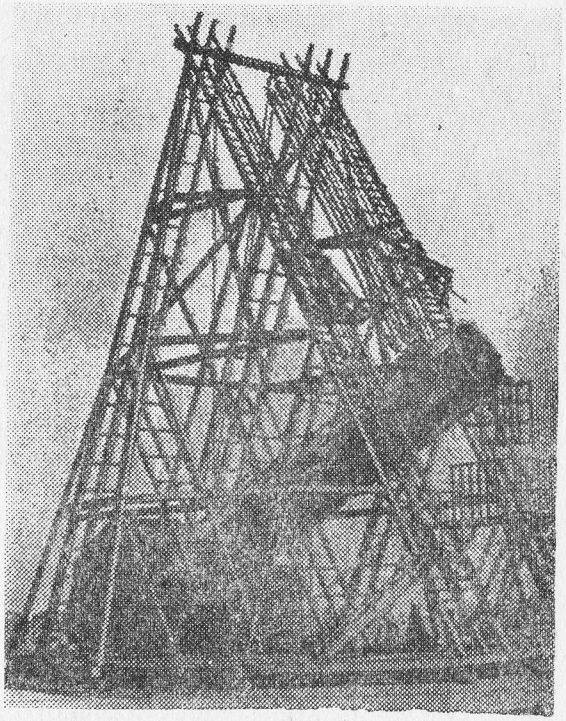
Observator astronomic în secolul al XVII-lea (Hevelius)

răşte să construiască singur oglinzile viitoarelor sale telescoape, treabă destul de dificilă, dar nu imposibilă pentru un om intreprinzător şi răbdător, după cum este dovedit şi de activitatea actuală a astronomilor amatori din toată lumea. Pînă a ajuns însă la realizarea acelor reflectoare mamut, cele mai mari din vremea sa şi care l-au făcut celebru, Herschel a trebuit să şlefuiască cîteva sute de oglinzi mai mici, pînă a ajuns să deprindă bine meşteşugul. Cele mai reuşite din aceste numeroase oglinzi le verifica în diferite telescoape sub cerul liber.

Iniţial Herschel a folosit sistemul de telescop propus de Newton, cu micuţa oglindă plană înclinată la 45°. Cu un asemenea telescop, nu prea mare, în noaptea de 13 martie 1781 descoperă, din întîmplare, într-un grup de stele din constelaţia Gemenii, un obiect difuz, care nu era pe hărţile cereşti. Mărind grosismentul observă că diametrul aparent al obiectului creşte. Constatînd apoi mişcarea lentă a lui faţă de stele, Herschel trage concluzia că este vorba de o nouă cometă şi anunţă descoperirea ca atare. Abia însă după ce calculele astronomului rus A. Lexel au indicat că obiectul se mişcă pe o orbită aproape circulară, şi puţin înclinată pe ecliptică, lumea ştiinţifică s-a convins că este vorba de o nouă planetă a sistemului nostru solar.

Deşi mulţi autori citează descoperirea planetei Uranus ca cea mai mare realizare a lui William Herschel, recent Thomas S. Kuhn, într-un studiu despre *Structura istorică a descoperirii ştiinţifice* se întreabă astfel: „Şi sîntem noi oare pe deplin şi neechivoc clarificaţi că Herschel mai degrabă decît Lexel a fost acela care a descoperit-o?" Cert este însă că, dacă descoperirea lui Uranus nu este cea mai importantă realizare a lui Herschel, ea i-a adus subit celebritatea, propulsîndu-l în rîndul elitei astronomilor vremii. Regele George al III-lea al Angliei îi creează un al doilea post de astronom regal, cel de la Greenwich fiind ocupat de Maskelyne, cu un salariu destul de modest.

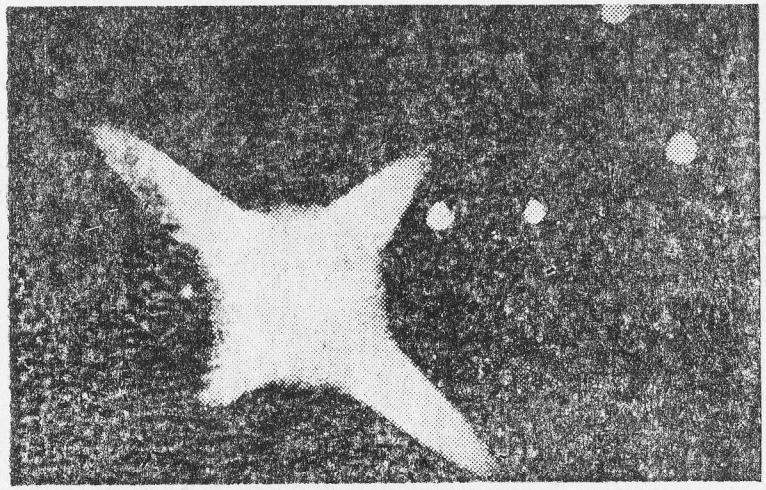
Ca realizări în sistemul solar mai putem cita descoperirea a doi sateliţi ai lui Uranus, Titania şi Oberon, şi rotaţia sa anomală (1797), descoperirea a doi sateliţi ai planetei Saturn, Mimas şi Enceladus (1789), măsura-



Marele telescop al lui William Herschel — (1789)

rea perioadei de rotaţie a lui Saturn şi a inelelor sale (1790), descoperirea variaţiilor sezoniere pe planeta Marte şi interpretarea benzilor de pe Jupiter ca fenomene din atmosfera sa. Dar cea mai mare contribuţie a lui Herschel la dezvoltarea astronomiei o constituie fundarea astronomiei stelare, prin lucrările pe care le vom menţiona pe scurt în cele ce urmează.

Reuşind să construiască telescoape din ce în ce mai mari, ajungînd pînă la un reflector cu oglinda de 122 cm diametru şi distanţa focală de 12 m, Herschel a putut pătrunde în adîncimea spaţiilor siderale mai mult ca oricare din contemporanii săi. În anul 1783 descoperă mişcarea Soarelui în direcţia constelaţiei Hercules. În



Fotografie recentă a planetei Uranus în care se văd cinci sateliți

1786 publică un *Catalog cu o mie de nebuloase și îngrămădiri stelare*. Un asemenea catalog publicase anterior Charles Messier (1730—1817), dar numai cu 103 obiecte. În 1789 scoate un nou asemenea catalog, cu încă 1 000 de nebuloase și îngrămădiri, iar în 1802 un al treilea cu 500 obiecte nebulare. El măsoară strălucirea relativă a peste 3 000 de stele și descoperă variabilitatea unora din ele. În anul 1800, studiind spectrul solar descoperă radiațiile infraroșii. Încă din 1785, pe baza studiilor sale de statistică stelară, determină forma Galaxiei noastre și emite ideea, revoluționară la acea vreme, că Universul este plin de asemenea insule, cum este Galaxia noastră. Căutînd să măsoare paralaxele stelare, descoperă foarte multe stele duble, care se mișcă în jurul centrului de masă comun, ascultînd de legea atracției universale. Este chiar confirmarea universalității legii descoperită de Newton, și care pînă atunci se verificase numai în sistemul solar.

Herschel este deci inițiatorul studiului stelelor duble. În ciuda activității bogate desfășurată pe tărîmul astronomiei, Herschel a dus o fericită viață de familie. Se căsătorește tardiv, dar are norocul de a găsi o soție

care îl înțelege. La 7 martie 1792 se naște fiul său John, care va fi de asemenea astronom celebru, ocupîndu-se cu același gen de cercetări ca și tatăl său, dar mai spre sud și mai spre fizică... Dacă William Herschel devine membru al Societății Regale din Londra în anul 1781, după descoperirea lui Uranus, fiul său John va fi, la vremea sa, de mai multe ori ales președinte al acestei savante societăți. În munca sa astronomică W. Herschel a fost foarte mult ajutat de sora sa Carolina.

William Herschel moare în plină glorie, la 25 august 1822, în vîrstă de 84 de ani. Toți cei trei membri astronomi ai familiei Herschel sînt reprezentați pe Lună prin cîte un crater.

Cosmogonia planetară și Pierre Simon de Laplace (1749—1827)

Cosmogonia este acea parte de sinteză a astronomiei care se ocupă cu originea și evoluția corpurilor cerești și a sistemelor formate de ele. Vechile concepții ale anticilor, referitoare la întregul Univers, pot fi considerate concepții cosmologice sau cosmologii, deși mai degrabă ele erau cosmografii. Cu privire la originea și evoluția sistemului solar, teoriile avansate datează însă din epoca modernă. Prima ipoteză aparține naturalistului francez Georges Louis Leclerc, conte de Buffon (1707—1788), după care sistemul planetar s-ar fi format în urma ciocnirii unei comete enorme cu Soarele. Ipoteza nu reușește să se impună, fiind imediat urmată de lucrarea filozofului german Immanuel Kant (1784—1804), care în anul 1755 presupunea că planetele s-au format o dată cu Soarele, dintr-o nebuloasă primitivă, prin contracție lentă. Pierre Simon de Laplace este cel care avea să completeze această ipoteză, cunoscută ulterior sub denumirea de ipoteza nebulară Kant-Laplace.

Pierre Simon de Laplace s-a născut la 23 martie 1749, la Beaumont-en Auge, în apropiere de Honfleur, cu 13 ani după prietenul său Lagrange, de asemenea astronom și matematician celebru. Învață inițial într-o școală a ordinului benedictinilor, dar de tînăr devine ateist.

În anul 1766 pleacă la Paris. Devine profesor de matematică la o școală militară din orașul natal, iar apoi la Paris. În anul 1790 este ales președinte al Palatului de măsuri și greutăți, în care calitate conduce elaborarea noului sistem metric. Din 1795 devine unul din coordonatorii Biroului de longitudini. Principalele sale lucrări sînt din domeniul mecanicii cerești, acest termen fiind întrebuințat chiar de Laplace pentru prima dată în anul 1798. Lucrarea sa în 5 volume, intitulată *Tratat de mecanică cerească* apare între anii 1798 și 1825. El dezvoltă aici ideile lui Newton din *Principia*. Pe baza teoriei perturbațiilor explică o serie de particularități ale mișcării sateliților lui Jupiter (1789). El descoperă și cauzele accelerării mișcării Lunii.

O mare importanță are ipoteza sa cosmogonică, completare a ideii lui Kant, pe care o publică în lucrarea *Expunere a sistemului lumii*, în anul 1796. O deosebită apreciere a acestei cărți se găsește în *Dialectica naturii*, de F. Engels, care afirmă următoarele: „Încercarea lui Kant a rămas fără rezultat direct pînă cînd, mulți ani mai tîrziu, Laplace și Herschel i-au dezvoltat conținutul și i-au dat o fundamentare mai amănunțită, impunînd astfel treptat „ipoteza nebulară". Descoperiri ulterioare i-au adus, în sfîrșit, victoria; cele mai importante dintre ele au fost: mișcarea proprie a stelelor fixe, demonstrarea existenței în spațiul cosmic a unui mediu rezistent, stabilirea prin analiză spectrală a identității chimice a materiei în Univers și a existenței unor mase nebulare incandescente, ca cele presupuse de Kant".

Cu acest citat am devansat puțin evenimentele. Se mai citează că la una din audiențe, Napoleon i-ar fi spus că a citit cu atenție toată opera sa despre formarea sistemului solar, dar că nu a găsit nici o dată pomenit numele lui Dumnezeu, la care ateul Laplace ar fi replicat cu semeție: „Sire, nu am avut nevoie de această ipoteză!", ceea ce l-a impresionat profund neplăcut pe împărat, care era religios...

După Restaurare, Ludovic al XVIII-lea îi acordă titlul nobiliar de marchiz, de unde particula „de" care-i precede numele. Acest rang va fi moștenit și de fiul său, care s-a născut în 1789.

Laplace moare la 5 martie 1827, în vîrstă de 78 ani. În memoria lui Laplace, reprezentant de frunte al glorioasei școli de mecanică cerească a Franței, un munte lunar îi poartă numele.

Planetele mici și Heinrich Olbers (1758—1840)

Unul din numeroasele telescoape mai mici, dar de bună calitate, ale lui Herschel a ajuns în mîinile unui alt astronom amator, pe nume Johann Hieronymus Schröter, din Lilienthal, cunoscut mai ales pentru observațiile sale asupra Lunii și planetelor. Dar nu despre această activitate vom vorbi aici, ci de calitatea de gazdă a lui Schröter, în a cărui casă din Lilienthal, pe la sfîrșitul anului 1800 se adunase un mic grup de astronomi, din care citățm pe Wilhelm Olbers, din Bremen, pe Karl Harding și Franz Xaver von Zach. Toți aceștia discutau despre posibilitatea existenței unei planete în golul dintre Marte și Jupiter. Căci încă Kepler, din considerente de armonie, mai mult numerice, a ajuns la concluzia că acolo lipsește ceva.

Apoi, prin anul 1766, Johann Daniel Titius descoperă așa numita regulă a distanțelor planetare, care va fi apoi perfecționată de Johann Elert Bode, și cunoscută sub numele de „regula lui Titius și Bode". Conform acestei reguli, care dă distanța planetelor (în unități astronomice), în funcție de numărul lor de ordine, pentru $n = 5$ dă o distanță de 2,8 unități astronomice, la care nu era nici-un corp ceresc cunoscut. Amintim că pentru $n = 4$ (Marte) formula dă 1,6, iar pentru $n = 6$ (Jupiter) valoarea 5,2. Astronomii adunați în casa lui Schröter elaborează un program de observare a eclipticii în vederea descoperirii noii planete, deoarece descoperirea lui Uranus de către Herschel, în 1781, întărise o dată în plus regula distanțelor planetare.

Primul succes în acest sens este realizat relativ repede de astronomul italian Giuseppe Piazzi (1746—1826) din Palermo, care, în noaptea Anului Nou 1801, descoperă în constelația Taurul un obiect destul de slab și care nu se găsea pe hartă. După un timp, din cauza înrăutățirii vremii și a stării sănătății, Piazzi întrerupe observațiile, iar apoi, cînd starea vremii și sănătății îi

permite reluarea lor, astrul dispăruse din cîmpul observațiilor. Din fericire, vestea despre descoperirea noului obiect ajunsese la marele matematician și astronom Gauss, care-i calculează orbita și efemerida viitoare. Datorită acestei efemeride, în noaptea de 31 decembrie, la un an de la prima descoperire, obiectul este regăsit de astronomul amator Olbers.

Heinrich Wilhelm Mathias Olbers, care făcea parte din grupul de la Lilienthal, s-a născut la 11 octombrie 1758 în orășelul Arbergen, lîngă Bremen. El de profesie era medic, deoarece studiase medicina la Göttingen și o practicase la Berlin. Dar, în acest oraș, Olbers și-a construit un mic observator astronomic, fiind foarte pasionat de astronomie. Primul obiect, a cărui descoperire a fost menționată mai sus, a primit numele de Ceres. Apoi, la 28 martie 1802, Olbers descoperă, nu prea departe pe bolta cerească de Ceres, un nou corp necunoscut, care primește denumirea de Pallas. Acest fapt îi sugerează lui Olbers ideea că cele două corpuri descoperite ar fi rămășițele unei planete mai mari, Phaeton, care ar fi existat cîndva între Marte și Jupiter, și care, din motive necunoscute, ar fi explodat.

Descoperirile au continuat: la 1 septembrie 1804 Karl Ludwig Harding descoperă pe Junona în constelația Peștii, iar la 29 martie 1807, același Olbers o descoperă pe Vesta în constelația Fecioara. Descoperirile de planete mici au continuat apoi, mai ales după introducerea fotografiei în practica astronomică. În prezent sînt catalogate peste 2 000 de planete mici sau asteroizi și se crede că numărul lor total ar fi de cîteva mii.

În lunga sa activitate de astronom amator, însă cu o bază materială și matematică bine pusă la punct, Olbers s-a ocupat și de comete, descoperind 7 astfel de corpuri cerești. Dar el a elaborat și o metodă de determinare a elementelor unei orbite parabolice din 3 observații. În anul 1811 elaborează ideea că forța de respingere a Soarelui este cauza formării cozilor de comete. În anul 1826 ajunge la concluzia că spațiul interstelar nu este gol, ci umplut cu o materie capabilă să absoarbă lumina. Altfel, datorită infinității spațiului și numărului stelelor, strălucirea cerului nocturn ar trebui

să fie orbitoare, ceea ce nu se observă în realitate, constituind paradoxul fotometric al lui Olbers. O idee asemănătoare a emis și astronomul elvețian J. Chéseaux încă în anul 1744.

Paradoxul lui Olbers are mare importanță în teoriile cosmologice, fiind înlăturat de schema ierarhică Lambert-Charlier. Olbers s-a ocupat și cu observarea meteorilor, stabilind în anul 1837 periodicitatea curentului meteoric al Leonidelor.

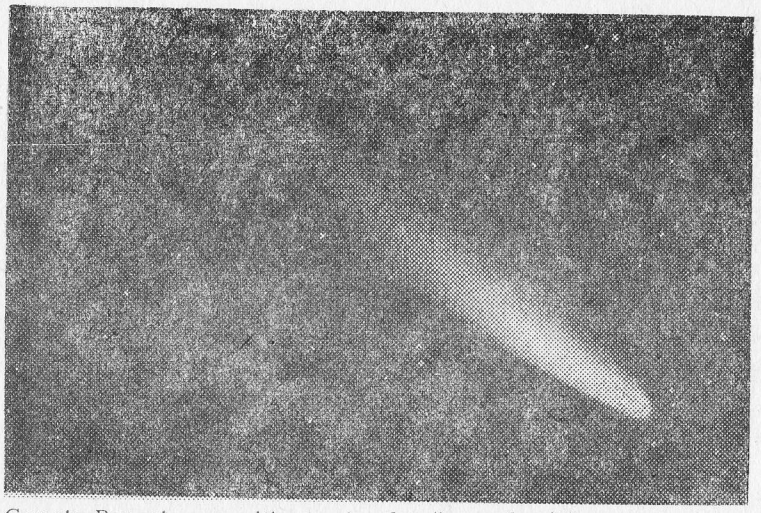
Deși era doar astronom amator, pentru meritele sale Olbers este ales membru al Societății Regale din Londra, în anul 1804, iar în anul 1810 devine și membru al Academiei de Științe a Franței. A murit la 2 martie 1840. În memoria sa un crater lunar situat la limbul estic al Lunii îi poartă numele.

Cometele și Jean Louis Pons (1761—1831)

Cometele au fost corpuri cerești care au impresionat omenirea din cele mai vechi timpuri. Dacă în epoca pretelescopică se descoperea o cometă la cîțiva ani, iar descoperirea se atribuia mai multor persoane, după introducerea lunetei în practica observațiilor astronomice, candidații la descoperirea cometelor s-au împuținat, ei formînd uneori o clasă aparte chiar în rîndul astronomilor, așa-numiții „vînători de comete".

Prima descoperire a unei comete cu ajutorul lunetei se produce abia în anul 1680 și aparține lui Kirch, fiind vorba de cometa din cauza căreia au început neînțelegerile dintre Newton și Flamsteed. Pentru descoperirea de comete nu erau necesare cunoașterea vreunei înalte teorii matematice sau fizice, sau întrebuințarea de aparate deosebit de mari și sofisticate. Trebuia ca observatorul să cunoască bine cerul, să aibă un aparat luminos, cu mare cîmp vizual, așa-numitul „căutător de comete" și, bineînțeles, să poată sacrifica un timp considerabil în nopțile senine, pentru a căuta într-o parte cît mai mare a cerului eventuala cometă.

În partea a doua a secolului al XVIII-lea descoperirea cometelor parcă fusese monopolizată de un grup de 4—5 „vînători de comete". În Franța activau „cei 3M": Messier, Mechain și Montaigne, cărora, în An-



Cometa Bennet, o apariție spectaculoasă a anilor '70

glia, le făcea concurență Carolina, sora lui W. Herschel. Tocmai activitatea de căutător de comete l-a determinat pe Messier să alcătuiască acel catalog de obiecte nebulare despre care am amintit. În total Messier a descoperit 13 comete, iar Mechain, prietenul său rival, 8. Dar, începînd cu primul an al secolului nou, a apărut un nou rival, Jean Louis Pons, care a bătut toate recordurile.

Jean-Louis Pons s-a născut în Peyre, în anul 1761. Nu se știe cum a ajuns la Marsilia, unde ocupă postul de portar la observator. Cu timpul a căpătat pasiunea de a privi cerul prin lunetă și rezultatele nu s-au lăsat mult timp așteptate. În perioada 1801—1827 a descoperit nu mai puțin de 30 de comete noi, record absolut, neîntrecut nici pînă azi. Se afirmă că acest succes a stîrnit invidia profesioniștilor de la Observatorul din Marsilia, astfel că Pons a trebuit să plece de acolo, în anul 1825 găsindu-l la Florența, director al unui observator pe care i-l procurase o prințesă italiană.

Pons moare în anul 1831. În memoria sa, ca și a celorlalți mari vînători de comete, un crater lunar îi poartă numele.

Astronomia matematică și Carl Friedrich Gauss (1777—1855)

Am amintit în unul din episoadele anterioare de contribuția decisivă a unui tînăr astronom, Gauss, la redescoperirea micii planete Ceres. La acea dată viitoarea glorie a astronomiei și matematicii germane avea abia 23 de ani.

Carl Friedrich Gauss s-a născut la 30 aprilie 1777 la Braunschweig, în familia unor oameni simpli. Din prima tinerețe, Carl manifestă aptitudini deosebite pentru matematică. Între anii 1795—1798 urmează cursurile la Universitatea din Göttingen. La finele acestor studii realizează o lucrare fundamentală din teoria numerelor și algebra superioară, *Cercetări aritmetice* (1802). Tot din această perioadă datează colaborarea cu Olbers pentru găsirea noii planete mici. În final, el elaborează o metodă de calcul a elementelor unei orbite eliptice din trei observații.

În anul 1807 C. F. Gauss este ales membru al Academiei din Göttingen. În anul 1809 îi apare lucrarea fundamentală *Teoria mișcării corpurilor cerești*, care a rămas perfect valabilă și azi. După 20 de ani de cercetări astronomice, prin 1820 se interesează și de geodezie, punînd bazele la ceea ce se cheamă „geodezia superioară". El coordonează lucrările de măsurare a arcului de meridian între Göttingen și Altona. Între 1821 și 1823, din necesități astronomice și geodezice, Gauss elaborează o metodă completă de tratare a erorilor de observație, cunoscută sub denumirea de „metoda celor mai mici pătrate", care a găsit ulterior o largă aplicabilitate în științele exacte și în tehnică. Gauss a avut contribuții remarcabile și în fizică, ocupîndu-se în mod special de magnetismul terestru și fundamentează teoria potențialului. Gauss a întreținut o bogată corespondență științifică cu contemporanii săi, printre care citățm pe astronomii G. H. Schumacher și F. W. Bessel.

Gauss moare în plină glorie, la 23 februarie 1855, în vîrstă de aproape 78 ani. În memoria sa un frumos crater lunar îi poartă numele.

Paralaxele stelare și Friedrich Wilhelm Bessel (1784—1846)

Friedrich Wilhelm Bessel s-a născut la 22 iulie 1784 în orășelul Minden din Nordhein-Westfalia, în familia unui mic funcționar. Lucrînd un timp la un negustor din Bremen, tînărului Bessel îi încolțesc în minte gînduri de îmbogățire, și are la un moment dat dorința de a ajunge el însuși negustor și de a face comerț peste mări și țări. Dar pentru aceasta trebuia să cunoască arta navigației, iar de aici pînă la astronomie mai este un singur pas și acesta a fost făcut, mai ales că la Bremen, activa Olbers, iar nu departe, la Lilienthal, se găsea Schröter cu observatorul său. Aici, în 1806, el devine asistent al lui Schröter, dar în 1810 pleacă la Königsberg (azi Kaliningrad, U.R.S.S.), pentru a înființa un nou observator, al cărui director fusese ales. În această perioadă Bessel este preocupat în mod deosebit de corecțiile pe care astronomul trebuie să le aducă diferitelor indicații date de instrumentele sale imperfecte, pentru a obține valori cît mai apropiate de realitate. El dezvoltă astfel teoria erorilor instrumentelor de observare.

În anul 1818, Bessel publică o prelucrare a pozițiilor stelelor din catalogul lui Bradley în lucrarea *Fundamentele astronomiei,* unde, alături de pozițiile celor 3 200 de stele, sînt date corecțiile de refracție, precesie și nutație, cu o precizie care nu mai fusese folosită pînă atunci. Între anii 1821 și 1833 la un cerc meridian Reichenbach instalat de el face observații asupra a peste 75 000 de stele și publică, în anul 1830, *Tabelele de la Königsberg*". În această perioadă Bessel se hotărăște să măsoare și paralaxele stelelor.

Importanța fenomenului paralaxei anuale a stelelor este foarte mare, el fiind o dovadă sigură a veridicității sistemului heliocentric. Am văzut că încă Aristarh din Samos a prevăzut existența paralaxelor stelelor, fenomen a cărui existență este subliniată de Copernic. Dar imposibilitatea de a măsura un asemenea fin fenomen îl face pe Tycho Brahe să nu accepte sistemul heliocentric și să imagineze sistemul său mixt. Tot în căutarea paralaxelor stelare se afla Bradley cînd descoperă aberația luminii și apoi nutația.

În secolul al XIX-lea, după ce în încercarea de a măsura paralaxele stelare eșuase și marele W. Herschel, o nouă pleiadă de astronomi celebri pleacă la atac. Giuseppe Piazzi de la Palermo, probabil încurajat de recentul succes cu descoperirea lui Ceres, încearcă să măsoare paralaxele stelelor, dar obține pentru Sirius 4", ceea ce este enorm !

Cu determinarea de paralaxe stelare se mai ocupă Brinkley, Arago, Mathieu, Lindeman, Pond, Preuss, Brioshi, Henderson, Struve și alții. Bessel alege pentru a-i determina paralaxa steaua 61 din constelația Lebăda, căreia în anul 1812 Arago și Mathieu îi descoperiseră o mare mișcare proprie, de 5" / an, de unde se putea presupune că steaua este destul de apropiată. El mai încercase odată să-i determine paralaxa, dar obținuse rezultatul absurd de —0,88". Acum, posedînd un heliometru precis, construit de Fraunhofer după versiunea îmbunătățită de Dollond (cu obiectivul tăiat în două după un diametru), alege *metoda diferențială.*

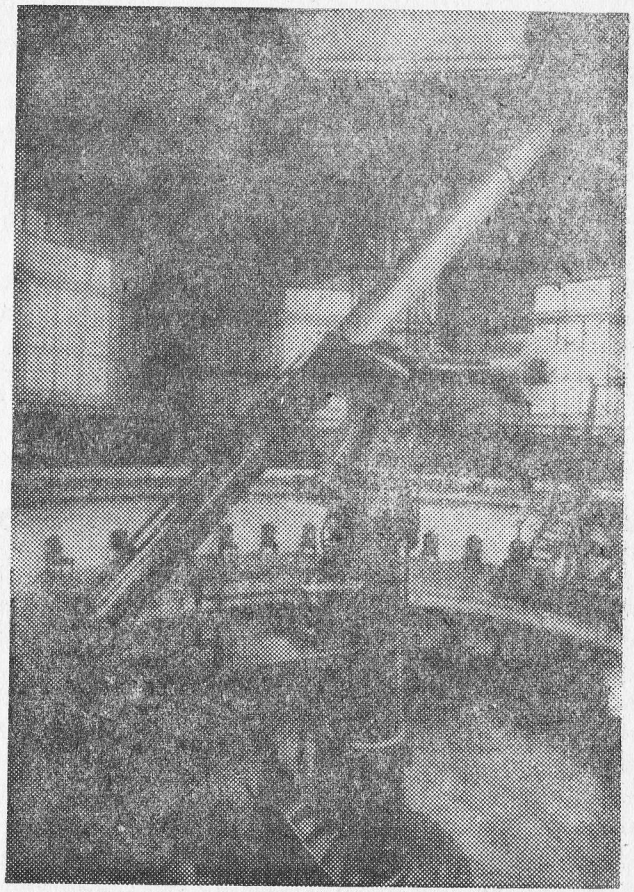
După un număr mare de măsurări de mare finețe, Bessel ajunge în anul 1839 la următorul rezultat final : 0",348±0",01, cînd valoarea adoptată azi este de 0",293. Paralel cu Bessel, W. Struve măsoară paralaxa stelei Vega din constelația Lyra — dar despre Struve în episodul următor. Thomas Henderson, inițial ajutor de avocat în orașul său natal, măsoară paralaxa stelei Alfa Centauri, pentru care găsește 0",976 față de 0",760 cît se admite azi. În această perioadă, căutînd să măsoare paralaxele stelelor Sirius și Procyon, Bessel descoperă o variație periodică în coordonatele lor, pe care o atribuie existenței unor *sateliți invizibili.* Abia în 1862, Alvan Clark va descoperi satelitul lui Sirius, iar în anul 1896, J.M. Schaeberle descoperă satelitul lui Procyon, ambele dovedindu-se a fi stele pitice albe.

Bessel, ca și alți mari astronomi ai vremii s-a ocupat și de geodezie și între 1831 și 1841 îl găsim împreună cu J. Bayer făcînd triangulația în Prusia Orientală. El determină elementele sferoidului terestru, care au rămas valabile pînă la începutul secolului nostru. Bessel a murit la 17 martie 1846. În memoria sa, un micuț crater lunar situat în Marea Seninătății îi poartă numele.

Observatorul Pulkovo și V. I. Struve (1793—1864)

Friedrich Georg Wilhelm Struve s-a născut în orășelul Altona, din apropiere de Hamburg, la 15 aprilie 1793, în familia unui director de gimnaziu. În anul 1810 termină Universitatea din Dorpat (acum Tartu în R.S.S. Estonă), cu specialitatea *filologie!* Dar peste un an începe însă să se intereseze de astronomie și matematică. În anul 1813 își susține dizertația pentru titlul de magistru cu subiectul „Situarea geografică a observatorului din Dorpat". În același an este promovat profesor extraordinar și astronom observator la Observatorul din Dorpat. Ținea cursuri de astronomie sferică și de astronomie practică, de geodezie și altele, la un nivel mai ridicat decît predecesorii săi. Între anii 1818—1820 se ocupă cu organizarea din nou a catedrei de astronomie și îndrumă mulți elevi și colaboratori. A dat o mare atenție dotării Observatorului din Dorpat cu noi instrumente, de cea mai bună calitate. Printre acestea citățm refractorul acromatic de 9" (nouă țoli = 22,9 cm) (construit de celebrul Fraunhofer), care a fost multă vreme cel mai mare de acest tip. Cu acest excelent instrument, Struve observă timp de 12 ani stelele duble și catalogheză 2 710 perechi, fiind adevăratul continuator al lui W. Herschel în acest domeniu.

În anul 1833, Struve intră în comisia creată pentru înființarea Observatorului de la Pulkovo. Construirea a fost încredințată cunoscutului arhitect A.P. Briullov. Locul ales pentru noul observator a fost dealul Pulkovo, la 8 km de Țarskoe Selo, la sud de Petersburg. Construcția clădirii a costat 346 mii de ruble de argint, iar instrumentele alte 136 mii ruble de argint. În anul 1834 planul construcției observatorului era terminat, iar W. Struve, care fusese ales în 1832 academician, este desemnat director. El pleacă din nou peste hotare pentru achiziționarea instrumentelor. Astfel el duce tratative cu cele mai celebre case constructoare de instrumente astronomice din Germania: cu firmele Ertel și Mertz din München și cu frații Repsold din Hamburg. Printre aceste instrumente, un loc de seamă îl ocupă refractorul de 15" al firmei Mertz, unul din cele mai



Refractorul cel mare al observatorului din Pulkovo

mari ecuatoriale din acea vreme. În august 1839 munca grea de instalare a instrumentelor a fost terminată și la 19 august 1839 are loc deschiderea oficială a observatorului. Costul total se ridica la 600 mii de ruble de argint. Amiralul Greig, în numele comisiei de organizare al cărui președinte era, a predat observatorul lui Struve. La acest observator mai trebuiau să lucreze,

C-da 852 coala 6

printre alții, următorii astronomi cunoscuți : E.E. Sabler, E.N. Fuss, O.V. Struve, fiul lui W.F. Struve, și special venit din Germania, H.J. Peters.

Observatorul din Pulkovo, denumit ulterior de celebrul astronom american Simon Newcomb „capitala astronomică a lumii" a fost proiectat, construit și dotat pentru a corespunde în special lucrărilor de astrometrie și astronomie stelară, care, la acea vreme, erau considerate cele mai de perspectivă. De aceea, deși observatorul fusese dotat cu un puternic și precis cerc meridian, cu care, în principiu, se puteau determina simultan atît ascensia dreaptă cît și declinația aștrilor, după o idee a lui Struve, mai sînt instalate două mari instrumente : un mare cerc vertical al firmei Ertel, pentru determinarea declinațiilor, și o mare lunetă de trecere, pentru determinarea ascensiilor drepte. Astfel se putea atinge o precizie ceva mai ridicată în măsurarea acestor coordonate, prin concentrarea atenției observatorilor.

Încă din vremea cînd lucra la observatorul din Dorpat, Vasilij Iakovlevici Struve, așa cum este el citat în literatura sovietică, s-a preocupat de determinarea paralaxei stelei Vega, principala stea din constelația Lyra și una din cele mai strălucitoare stele ale cerului nordic. După o muncă laborioasă el găsește valoarea de $0'',125 \pm 0'',055$, rezultat pe care îl prezintă în anul 1837. Peste doi ani, după o nouă serie de măsurători, obține o nouă valoare, aceea de $0'',262 \pm 0'',025$. În prezent se acceptă valoarea de 0'',121, deci prima determinare a lui Struve fusese mult mai aproape de adevăr.

În afara catalogului amintit, cu 2 340 stele, în 1827 Struve mai publică un catalog cu 3 110 obiecte. În 1852 mai scoate un catalog cu „Poziții medii" a 2 874 obiecte, stele duble și multiple. Struve s-a ocupat intens și cu geodezia, participînd la o serie de măsurători de arce de meridian pe teritoriul Rusiei europene.

V.I. Struve a murit la 23 noiembrie 1864, în vîrstă de 71 ani. În cinstea sa un crater lunar îi poartă numele. Dar meritul lui Struve nu constă numai în lucrările sale de astronomie sau în activitatea depusă

la înființarea și conducerea Observatorului de la Pulkovo. El este și întemeietorul unei dinastii de astronomi, care depășește chiar pe a lui Cassini. Fiul său, Otton Vasilievici Struve, născut la 7 mai 1819, este unul din primii astronomi care lucrează la Pulkovo de la înființarea sa. După retragerea tatălui său de la conducerea observatorului, în anul 1862, pînă în anul 1889 va fi noul director al acestei prestigioase instituții științifice. În acea vreme refractorul Mertz de 15'' nu mai era cel mai mare din lume. Deja apăruse obiectivul de 18'' al lui A. Clark, cu care se descoperise satelitul lui Sirius.

În anul 1877 intră în funcțiune la Observatorul Marinei din Washington un nou refractor, cu obiectivul de 26'', construit de același celebru Clark. Cu acest instrument, care atunci era cel mai mare din lume, în același an, Asaph Hall (1829—1907) descoperă cei doi sateliți ai lui Marte. De aceea, Otton Struve, încă în anul 1878 pune problema achiziționării unui refractor de 30''. Cererea este aprobată și noul instrument este achiziționat cu suma de 300 mii de ruble. Obiectivul s-a dovedit excelent și, la 16 iunie 1883 ajunge cu mari precauții la Pulkovo. Montura efectuată de firma Repsold este gata în august 1884, așa că în 1885 cel mai mare refractor din lume intră în construcție. Acest instrument a servit mai ales la cercetările de astrofizică, cărora A.A. Belopolski le va da o mare amploare.

O.V. Struve a avut doi fii : Herman O. Struve (1854—1920) și Ludwig O. Struve (1858—1920), amîndoi astronomi ca și tatăl și bunicul lor. Primul a lucrat mai mult în Germania, inițial la observatorul din Königsberg, apoi, din 1904, la Berlin-Babelsberg. Are un fiu, Georg, care, de asemenea s-a ocupat cu astronomia în Germania, studiind, printre altele, inelele planetei Saturn. Ludwig Struve are și el un fiu, născut la 12 august 1897, cu prenumele de Otto, în memoria bunicului său. Astfel Otto Struve (1897—1963), cunoscutul astrofizician american, fost președinte al Uniunii Astronomice Internaționale în perioada 1952—1955, este strănepotul lui W. Struve, fondatorul Observatorului Pulkovo.

Stelele variabile și Friedrich Wlihelm Argelander (1799—1875)

În cele prezentate anterior am văzut cum, treptat, concepția aristotelică asupra fixității și imuabilității stelelor fixe a primit lovituri după lovituri, Halley descoperind mișcările proprii ale stelelor, iar pleiada de astronomi care au urmat reușind să pună în evidență mișcările aparente ale stelelor cauzate de rotația Pămîntului în jurul Soarelui — aberația și paralaxa anuală. Dar pe cer se mai produc și alte schimbări, care nu țin de simpla mișcare mecanică: supernovele observate de Tycho Brahe și Kepler sînt o dovadă în acest sens. Deja am văzut cum încă din anul 1596, David Fabricius (1564—1617) a descoperit variabilitatea unei stele din constelația Balena, azi cunoscută sub denumirea de Mira Ceti. După încă o sută de ani, în 1669, Geminiano Montanari (1633—1687) descoperă variabilitatea stelei Algol sau Beta Persei (β Per). După încă circa un secol, în 1783, Edward Pigott (1750—1807) descoperă variabilitatea stelei Eta Aquilae, iar un an mai tîrziu, compatriotul său surdo-mut John Goodricke (1764—1786) descoperă variabilitatea stelei Delta Cephei. Se vede că în 200 de ani se descoperiseră abia 4 stele variabile, devenite tipice. În același an, 1784, Goodricke descoperă și variabilitatea stelei Beta Lyrae. În anul 1786, Pigott alcătuiește primul catalog de stele variabile, care conține doar 12 asemenea obiecte. Saltul calitativ și cantitativ în acest domeniu va fi făcut de Friedrich W. Argelander.

Friedrich Wilhelm August Argelander s-a născut la 22 martie 1799, în localitatea Memel (azi Klaipeda, R.S.S. Lituaniană). În anul 1822 termină universitatea la Königsberg (azi Kaliningrad, U.R.S.S.). Aici, sub conducerea lui Bessel, își începe și activitatea științifică încă din anul 1820. Între 1823—1836 lucrează în Finlanda, din 1832 fiind directorul Observatorului din Abo (azi Turku, Finlanda), iar din 1828 fiind profesor la Helsingfors (Helsinki). În anul 1836 vine în Germania, unde devine profesor de astronomie la Universitatea din Bonn și director al Observatorului din localitate. Principalele sale lucrări sînt consacrate astronomiei de poziție și

astrofotometriei. La Observatorul din Abo se ocupă cu determinarea mișcărilor proprii ale stelelor și în 1835 publică un catalog cu 560 stele. Din analiza mișcărilor proprii a 390 stele deduce mișcarea Soarelui în spațiu și determină mai exact coordonatele *apexului* solar, ceea ce Herschel făcuse înainte numai cu 7 stele.

În anul 1843 apare lucrarea lui Argelander intitulată *Uranometria Nova*, un atlas și un catalog al tuturor stelelor vizibile cu ochiul liber. Aici, în afară de poziții și de granițele constelațiilor, sînt date cu precizie de zecime și magnitudinile stelelor. El elaborează *metoda gradelor de strălucire* pentru determinarea magnitudinii stelelor, metodă întrebuințată și azi cu succes de astronomii amatori care observă stelele variabile. Între anii 1838—1870 obține peste 12 000 de aprecieri ochiometrice de magnitudini la circa 40 de stele variabile. Introduce nomenclatura actuală pentru stelele variabile. În acest sens, încă din 1844, Argelander lansase un „apel către prietenii astronomiei", îndemnîndu-i să-și cumpere lunete cît de mici pentru a observa stelele variabile. Astfel, în 1889 se cunoșteau deja 225 stele variabile. Între anii 1852 și 1859, împreună cu colaboratorii săi Schönfeld și Krüger, efectuează aproape 850 000 de observații ecuatoriale diferențiale, după care publică cataloagele cunoscute sub denumirea *Bonner Durchmusterung* (BD, Catalogul de la Bonn), care conține toate stelele pînă la magnitudinea 9, în total 342 198 stele.

Pentru meritele sale, între anii 1864 și 1867 F.W. Argelander este ales președinte al Societății Germane de Astronomie, fondată în anul 1863. Moare la 17 februarie 1875. În memoria sa un crater lunar îi poartă numele.

Descoperirea lui Neptun și Urbain J. J. Le Verrier (1811—1877)

După ce Herschel a descoperit în anul 1781 planeta Uranus, astronomii nu au pregetat să-i determine cu mare precizie elementele orbitei. Faza următoare a fost calcularea efemeridei, adică a pozițiilor ei pe cer în funcție de timp. Efemerida înapoi a arătat că Uranus

mai fusese observat (dar nu descoperit!) de Charles Lemonnier de 10 ori, de Flamsteed de 4 ori și de alții. Printre cei care au calculat o efemeridă amănunțită pentru Uranus, trebuie citat astronomul francez Alexis Bouvard (1767—1843). Comparînd însă pozițiile calculate cu cele noi observate, au apărut diferențe din ce în ce mai mari. Nu se putea da acestui fapt decît două interpretări: sau ar fi existat un corp încă necunoscut, a cărui masă ar *perturba* mișcarea lui Uranus, sau (ipoteză deosebit de îndrăgită de dușmanii științei și dărîmătorii de idoli...), teoria lui Newton nu este bună și necesită corecții.

Pornind de la prima ipoteză, doi cercetători tineri se lansează în căutarea planetei necunoscute. John Couch Adams (1819—1892), abia ieșit de pe băncile universității, atacă problema. În toamna anului 1845 este deja în posesia rezultatului. Din nefericire pentru tînărul Adams, șeful său direct, John Challis (1803—1882), directorul Observatorului din Cambridge, a fost depășit de nivelul lucrării și, pentru avizare, o trimite astronomului regal de la Greenwich, care, în acea vreme era Sir George Biddell Airy (1801—1892). Din nefericire (iar!) nici acesta nu ia în serios lucrarea tînărului său coleg de breaslă, crezînd că mai degrabă trebuie căutată o corecție în legea atracției lui Newton.

Între timp, în Franța, sub patronajul direct al lui François Jean Dominique Arago (1786—1853), pe atunci director al Observatorului din Paris, prietenul acestuia, Le Verrier începe și el calculele, pe care le termină în vara anului 1846. Între timp și în Anglia s-a aflat de aceste lucrări și cei doi directori de observatoare încep să fie îngrijorați de pierderea priorității. Le Verrier solicită sprijinul lui Johann Gottfried Galle (1812—1910), astronom la Observatorul din Berlin, pentru a căuta planeta în zona indicată. Galle obținînd aprobarea lui Johann Franz Encke (1791—1865), pe atunci director al Observatorului „Urania" din Berlin, împreună cu colegul său mai tînăr Heinrich Ludwig d'Arrest (1822—1875), în seara zilei de 23 septembrie 1846, după mai puțin de o oră de observații, descoperă noua planetă, denumită ulterior Neptun, la mai puțin de un grad de poziția indicată de Le Verrier.

Cunoscîndu-se acum povestea cu Uranus, s-a căutat și pentru Neptun observații posibile anterioare descoperirii și s-a găsit una singură, aparținînd lui Joseph Jérôme de Lalande (1732—1807), care l-a înregistrat în a sa *Histoire Celeste*. La acestea bineînțeles trebuiesc adăugate observațiile lui Galilei, despre care am amintit la momentul oportun.

Importanța descoperirii prin calcul a planetei Neptun este bine scoasă în evidență de Engels în următorul pasaj din *Ludwig Feuerbach și sfîrșitul filozofiei clasice germane*: „Sistemul solar al lui Copernic a fost, timp de 300 de ani, o ipoteză pe care puteai să pariezi 100, 1 000, 10 000 contra 1, dar totuși numai o ipoteză. Cînd însă Le Verrier, pe baza datelor pe care le oferea acest sistem, nu numai că a dovedit că trebuie să mai existe o planetă necunoscută pînă atunci, ci a și calculat locul unde trebuie să se găsească această planetă în spațiul ceresc, și cînd mai tîrziu Galle descoperi într-adevăr această planetă, sistemul lui Copernic era dovedit".

Fără a diminua cu nimic importanța lucrării lui John Couch Adams, care a fost un neînțeles și un ghinionist, adevăratul erou al întîmplării rămîne Le Verrier. Urbain Jean Joseph Le Verrier s-a născut la 11 martie 1811, la Saint Lô, din departamentul de La Manche, în Normandia. În anul 1833 termină Școala Politehnică din Paris și apoi se ocupă cu cercetări de chimie sub îndrumarea celebrului Gay-Lussac. Între anii 1837 și 1846 predă astronomia la Școala Politehnică, iar din 1846 conduce o catedră specială de mecanică cerească, creată pentru el la Universitatea din Paris, iar din 1849 și catedra de astronomie. În intervalele 1854—1870 și 1872—1877 a fost director al Observatorului din Paris.

În afara senzaționalului succes produs de descoperirea lui Neptun, de numele lui Le Verrier mai este legată determinarea exactă a deplasării periheliilor planetelor, o istorie aparte avînd deplasarea de aproximativ 40″ pe secol a periheliului lui Mercur. Le Verrier a presupus că această abatere s-ar datora existenței unei planete interamercuriene, numită de el Vulcan. Succesul aici nu i-a mai fost la fel de mare, planeta Vulcan nefiind descoperită nici pînă azi (pentru că nu există),

deplasarea periheliului lui Mercur fiind explicată foarte bine de teoria relativității.

Le Verrier a murit în aceeași zi a echinocțiului de toamnă, la 23 septembrie 1877, în care se aniversau 31 de ani de la descoperirea care i-a adus gloria. În cinstea și memoria sa, un crater lunar situat în Marea Ploilor, nu departe de Capul Laplace, îi poartă numele.

Astrospectroscopia și Angelo Secchi (1818—1878)

Cu toate marile succese înregistrate de astronomia clasică, mai ales prin astrometrie și mecanica cerească, mai rămîneau o serie de probleme nerezolvate, și care păreau de nerezolvat chiar și într-un viitor îndepărtat. Situația este prezentată destul de corect de filozoful francez Auguste Comte (1798—1857), fondator al pozitivismului, care, în prelegerile sale afirma că, oricît de mari vor fi progresele astronomiei, omul nu va ști niciodată din ce elemente sînt compuse celelalte corpuri cerești și care sînt condițiile fizice de pe ele. Norocul lui Comte a fost că a murit în anul 1857 și nu a mai apucat să-și vadă infirmată previziunea sa. Căci, în anul 1859, an în care apare fundamentala operă a lui Darwin *Originea speciilor...*, în altă știință fundamentală de care astronomia va fi legată tot mai mult, se face o descoperire nu mai puțin importantă.

La sfîrșitul lui octombrie apare un memoriu intitulat *Despre liniile lui Fraunhofer*, semnat de fizicianul german Gustav Robert Kirchhoff (1824—1887) și compatriotul său chimist Robert Wilhelm Bunsen (1811—1899). Să ne amintim de unele experințe de optică. Prima aparține probabil lui Newton care descompune cu ajutorul unei prisme lumina albă solară, obținînd spectrul. Experiențe interesante mai făcuse D. Rittenhause cu rețeaua sa de difracție. Primele linii întunecate în spectrul solar sînt descoperite de fizicianul englez William Hyde Wollaston (1766—1828), prin anul 1802. Dispunînd de aparatură mai bună, Joseph von Fraunhofer (1787—1826) descoperă, pe la 1815, mult mai multe asemenea linii, pe care posteritatea le-a denumit „linii Fraunhofer".

Descoperirea lui Kirchhoff și Bunsen consta în următoarele : dacă un element este excitat printr-un procedeu oarecare, de exemplu prin încălzire puternică, el emite o lumină caracteristică ce dă un spectru cu o serie de linii luminoase. Dacă același element, în stare normală, neexcitată, este străbătut de o radiație care dă un spectru continuu, în spectrul final apar niște linii întunecate, de absorbție, care coincid ca localizare cu liniile emise de acel element în stare excitată. Fenomenul se pune ușor în evidență în experiențele de laborator cu ajutorul spectrului sodiului, prin introducerea de sare de bucătărie într-o flacără prin care trece lumina unui bec cu incandescență.

În natură, ulterior a fost descoperit așa-numitul „spectru fulger", care apare în timpul eclipselor totale de Soare și se datorește „stratului inversant", numit astfel deoarece spectrul fulger obținut este exact inversul spectrului solar obișnuit — negativul acestuia, ca să folosim o expresie din tehnica fotografică. Pe baza acestei descoperiri s-a inventat o metodă aproape omnipotentă, *analiza spectrală*, cu aplicații în fizică, chimie, medicină, criminalistică etc, și, bineînțeles, în astronomie, unde era unica posibilitate de a afla compoziția chimică și starea fizică a celorlalte corpuri cerești. Astronomul și fizicianul suedez Anders Jens Ångström (1814—1874) pune bazele determinării lungimilor de undă a diverselor linii spectrale în unități numite în cinstea sa „ångström" (1 Å = 10 nm).

Pe la 1863, cu cercetarea spectrelor stelare se îndeletnicea și astronomul englez William Huggins (1824—1910), care identifică o duzină de elemente în spectrele stelelor Betelgeuse și Aldebaran. În Italia, cu studiul spectrelor cometelor se ocupa astronomul italian Giovanni Batista Donati (1826—1873), dar adevăratul fondator al astrospectroscopiei rămîne astronomul italian Pietro Angelo Secchi. Secchi s-a născut la Reggio în Lombardia, la 29 iunie 1818 și urmează studiile la un colegiu din Roma. Din 1848 predă matematica și fizica la colegiile din Loreto și Roma, iar apoi, pentru puțin timp, la Stoneherst (Anglia) și Georgetown (S.U.A.). Din 1849 este profesor de astronomie și director al observatorului astronomic al colegiului din Roma. Între anii

1863—1868 studiază spectrele a circa 4 000 de stele. Pe baza acestui material de observație destul de bogat, propune prima clasificare spectrală a stelelor, împărțindu-le în 4 tipuri fundamentale. Această clasificare va rămîne în vigoare pînă va fi înlocuită de clasificarea zisă „de la Harvard".

Angelo Secchi studiază și unele spectre stelare particulare, la stele cu linii de emisie și la nove. Este primul care, după Fraunhofer, folosește intens prisma obiectiv. Secchi s-a mai ocupat și cu studiul Soarelui. În anul 1860 este primul care fotografiază coroana solară. Împreună cu W. Huggins face primele observații spectrale asupra planetelor și identifică prezența benzilor de absorbție din regiunea roșie a spectrului lui Jupiter, atribuindu-le metanului. În ultima parte a activității observă planetele și execută desene ale lui Marte. În anul 1859 remarcă linii negre pe suprafața planetei Marte și le denumește „canali", în sensul de strîmtori, care vor deveni celebre abia după lucrările lui Schiaparelli. Moare la 26 februarie 1878. În cinstea sa, formațiuni marțiene și lunare îi poartă numele.

Teoria cozilor cometare și Fiodor Aleksandrovici Bredihin (1831—1904)

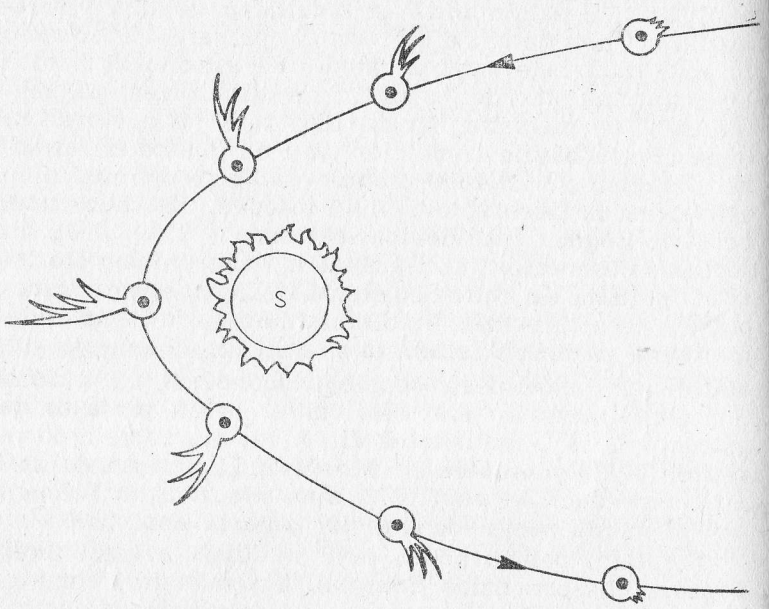
Cu studiul cometelor ne-am mai întîlnit pe parcursul acestei lucrări. Tycho Brahe a demonstrat natura extraterestră a cometelor, iar Edmund Halley a dovedit periodicitatea lor, incluzîndu-le printre membrii ordinari ai sistemului solar, care ascultă de legile descoperite de Newton. În ceea ce privește activitatea de descoperire a cometelor am făcut un tur de orizont destul de edificator cînd am vorbit despre Pons. Ce erau însă cometele, de ce prezentau acele forme caracteristice schimbătoare, încă nu se prea știa. A venit o nouă generație de astronomi printre care un rol deosebit l-au jucat cei 3 B : H.W. Brandes, W.F. Bessel și F.A. Bredihin.

Fiodor Aleksandrovici Bredihin s-a născut la Nikolaev, la 8 decembrie 1831, într-o familie de militari. Tatăl său era ofițer în flota de război, iar mama sa era sora amiralului care a condus apărarea Sevastopolului după moartea lui Nahimov. Terminînd școala medie în

anul 1851, Bredihin intră la facultatea de fizico-matematici a Universității din Moscova, pe care a absolvit-o în anul 1855. Este oprit la catedra de astronomie pentru a-și continua studiile. În 1862 își susține dizertația pentru titlul de magistru, iar în 1865 teza de doctorat cu tema „Perturbațiile cometelor care nu depind de atracția planetelor". În 1866 trebuie să întrerupă un timp activitatea la Observatorul din Moscova, din cauza unei certe cu Bogdan Iakovlevici Schweizer (1816—1873), directorul observatorului. Cam tot în acea vreme este invitat în Italia de către Societatea Italiană de Spectroscopie. Cu această ocazie, Bredihin stă un an în Italia unde, împreună cu Secchi, studiază și aplică metodele noi ale astrofizicii (astrospectroscopiei), îndeosebi la studiul Soarelui. Întors în țară, este inițial numit profesor de astronomie la Universitatea din Kiev, dar se reîntoarce repede la Universitatea din Moscova. La observator însă nu revine decît în anul 1873, după moartea lui Schweizer, și ocupă postul de director pînă în anul 1890.

Bredihin, pentru prima oară în Rusia a ținut lecții populare despre fizica Soarelui, a planetelor, cometelor și stelelor. Dar nu neglija nici activitatea didactică și științifică. Sub îndrumarea sa s-au format mari astronomi ca V.K. Țeraski și A.A. Belopolski. În anul 1874 începe să editeze *Analele Observatorului din Moscova*. În anul 1890 F.A. Bredihin este ales membru al Academiei de științe din Petersburg, și numit director al Observatorului din Pulkovo. Între anii 1886 și 1890 este președinte al Societății experimentatorilor naturii. Printre cercetările sale este de remarcat studiul compoziției chimice a nebuloaselor gazoase. El se ocupă și de observațiile astrometrice la cercul meridian. Un studiu continuu este consacrat planetei Jupiter. Se ocupă și de optica instrumentală și de gravimetrie. Dar cea mai importantă contribuție științifică aduce Bredihin în studiul formei cozilor cometare.

Încă din anul 1876, meditînd asupra acestei probleme, Bredihin ajunge la concluzia că formele cozilor depind de mărimea forței de respingere a Soarelui, și că viteza de ejecție a particulelor din nucleu este în funcție de această forță. În anul 1878 el împarte cozile cometare în trei tipuri, la care se mai adaugă și cozile anomale,



Evoluția unei comete în mișcarea sa în jurul Soarelui

acelea îndreptate spre Soare. Aceste tipuri diferite se datoresc alcătuirii cozilor din particule de natură și stări de agregare diferite. Bredihin dezvoltă și ideea lansată de Schiaparelli cu privire la legătura dintre comete și curenții meteorici, elaborînd destul de amănunțit teoria dezagregării nucleelor cometare și a formării curenților meteorici.

Meritele științifice ale lui Bredihin au fost recunoscute pe plan mondial, astfel că în anul 1883 este ales membru al Academiei Regale Leopoldine din Germania, în 1884 este ales membru corespondent al Asociației Regale de Astronomie din Londra, în 1889 devine membru al Societății Italiene de Spectroscopie, în 1892 obține gradul de doctor în filozofie al universității din Padova, iar în anul 1894 este ales membru al Biroului de longitudini din Paris.

F.A. Bredihin moare în plină glorie, la 14 mai 1904. Un crater lunar, situat pe fața opusă a Lunii îi cinstește memoria. Iar în anul 1946 Academia de Științe a U.R.S.S. a instituit un premiu Bredihin pentru realizări deosebite în astronomie.

Canalele marțiene și Giovanni Virginio Schiaparelli (1835—1910)

Giovanni Virginio Schiaparelli s-a născut la Savigliano, în apropiere de Torino, la 14 martie 1835. În anul 1854 a absolvit Universitatea din Torino, iar între 1859—1860 lucrează la Observatorul Pulkovo. În anul 1860 devine asistent la Observatorul Brera din Milano, iar în 1862 directorul acestui observator și profesor la universitatea milaneză.

Interesele științifice ale lui Schiaparelli au fost variate, de la istoria astronomiei pînă la astronomia stelară, dar cea mai mare atenție a dat-o cercetării corpurilor din sistemul solar. Astfel, în anul 1866 stabilește identitatea orbitei Perseidelor, curentul meteoric care se manifestă cu regularitate în fiecare an în jurul datei de 11—12 august, cu orbita cometei 1862 III, descoperită de Swift. El dezvoltă apoi mai general ipoteza legăturii dintre comete și curenții meteorici, emisă pentru prima dată de astronomul american Daniel Kirkwood (1814—1895) în anul 1861, ipoteză care va fi în continuare elaborată de Bredihin. Se pare că exagerările la care au dus extrapolările nejustificate ale acestei idei vor fi infirmate de cercetările ultimilor ani cu privire la compoziția chimică a cometelor și meteoroizilor, și mai ales cele în legătură cu masa totală a curenților meteorici.

Schiaparelli este cel care introduce metoda observării planetelor inferioare în timpul zilei. El stabilește pentru Mercur o perioadă de rotație axială sincronă, de 88 zile terestre, iar pentru Venus, la fel, de 225 zile. Ambele aceste determinări s-au dovedit însă a fi eronate, valorile exacte fiind 58,6 și respectiv 243 zile. Senzație au produs însă observațiile lui Schiaparelli asupra planetei Marte. Lui i se atribuie în general descoperirea „canalelor marțiene", ceea ce este inexact.

Ocupîndu-se de cercetări areografice, Schiaparelli este primul care înlătură denumirile de oameni acordate diferitelor formațiuni marțiene, pentru a înlătura eventualele nemulțumiri.

Primii care au desenat canalele marțiene pe hărțile lor au fost Frederich Kaiser (1808—1872) din Leyden și William Rutter Dawes (1799—1868), cel supranumit „ochi de vultur" și autor al formulei empirice pentru calculul puterii separatoare a instrumentelor astronomice. Povestea cu canalele marțiene începe de fapt datorită literaturii paraștiințifice, sau de popularizare a astronomiei, cum ar fi lucrările lui Schmick sau a lui Dross. Pentru a vedea exact ce credea Schiaparelli despre canalele care i-au adus (pe drept?) celebritatea, să-i dăm cuvîntul: „Interpretarea cea mai naturală și cea mai simplă este aceea pe care am relatat-o: o mare inundație produsă prin topirea zăpezilor. Ea este perfect logică și este susținută printr-o analogie evidentă cu fenomenele terestre. Noi am conchis, prin urmare, că aceste canale (am prefera să le traducem prin *channels*) sînt în realitate niște canale și nu numai cu numele. Rețeaua pe care o formează a fost probabil determinată la început de starea geologică a planetei... Nu este necesar să presupunem aici opera unor ființe inteligente și fără a înțelege aspectul lor geometric, înclinăm spre părerea că ele s-ar fi produs prin evoluția planetei, după cum pe Pămînt s-a format Canalul Mînecii și Canalul Mozambicului". Aceste rînduri au fost publicate în anul 1893, cînd polemica în jurul canalelor era în toi. Despre această polemică, însă, în episodul consacrat lui Lowell.

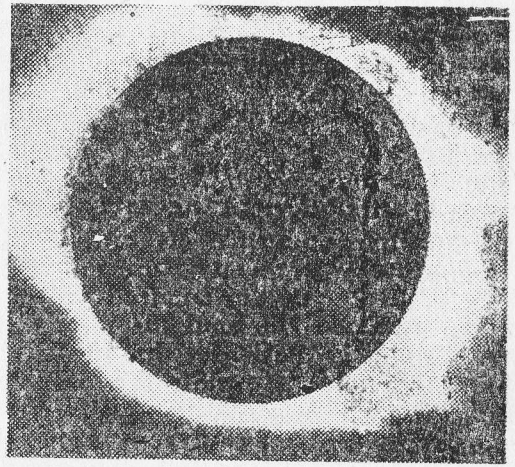
Schiaparelli moare la 4 iulie 1910. În cinstea și memoria sa, formațiuni marțiene și lunare îi poartă numele.

Heliofizica și Joseph Norman Lockyer (1836—1920)

Am văzut că studiul Soarelui începe după introducerea lunetei în practica astronomică. Următorul pas important pe această cale este descoperirea periodicității activității solare, făcută de un astronom amator, Heinrich Samuel Schwabe (1789—1875), farmacist la

Dessau. Studiul Soarelui ia mare amploare după ce se descoperă și influența certă a fenomenelor solare asupra unor procese care au loc pe Pămînt, cum ar fi aurorele polare, magnetismul terestru, creșterea arborilor, recrudescența unor boli, nivelul unor lacuri etc. Unul din oamenii de știință care au acordat mare atenție studiului Soarelui, folosind noile metode ale astrofizicii, a fost Lockyer.

Joseph Norman Lockyer s-a născut la 17 mai 1836, în localitatea Rugby (de la care se trage denumirea acelui sport bărbătesc). Educația și-o face în școli particulare. În anul 1857 îl găsim funcționar la ministerul de război britanic. Brusc se pasionează de astronomie — ca mulți alții înaintea sa — și se ocupă cu analiza spectrală a Soarelui și stelelor (1866). În anul 1868, simultan și independent de Pierre Jules Janssen (1824—1907), în timpul unei eclipse totale de Soare, descoperă în spectrul protuberanțelor solare o linie galben-oranj, care nu mai fusese observată în nici un spectru de laborator. Lackyer presupune că această linie aparține unui element chimic nou, încă nedescoperit pe Pămînt, pe care îl denumește „heliu". Abia în anul 1895 chimistul englez William Ramsay avea să descopere heliul și pe Pămînt. Tot din anul 1868, și tot independent de Janssen, datează invenția unui dispozitiv cu care se



Coroana solară fotografiată cu prilejul eclipsei totale de Soare din 30 iunie 1973

puteau observa protuberanţele solare în afara eclipselor totale, dispozitiv cunoscut sub denumirea de „spectroscop de protuberanţe".

Lockyer nu se limita la studiul spectrelor astronomice, cum făcea Secchi sau Huggins. El face şi numeroase experienţe de laborator, studiind spectrele diferitelor elemente în diverse condiţii de excitare — flacără, arc, scînteie, ale căror temperaturi diferă simţitor. Emite o ipoteză despre disociaţia atomilor şi se apropie mult de ideea ionizării atomilor — care este elaborată în anul morţii sale. Cu această ocazie mai descoperă o dependenţă a aspectului liniilor spectrale de concentraţia elementelor respective, care va duce mai tîrziu la elaborarea metodelor analizei spectrale cantitative (1873—1874). În anul 1870 este ales secretar al comisiei guvernamentale pentru ştiinţă. În 1881 devine profesor de astrofizică la Colegiul Regal, iar între 1885—1913 este director al observatorului de fizică solară al acestui colegiu, din South Kensington. Din 1913 lucrează la observatorul său particular din Sidmut, care, după moartea sa îi va purta numele. Între 1870 şi 1905 conduce 8 expediţii pentru observarea eclipselor de Soare.

Ocupîndu-se şi de spectrele stelelor şi avînd convingerea că temperatura stelelor are un rol important în formarea spectrelor, în urma experienţelor sale de laborator cu diverse surse, Lockyer elaborează o nouă clasificare spectrală a stelelor şi o schemă evolutivă, care pleacă de la ipoteza sa meteoritică, ipoteză care s-a dovedit pînă la urmă a fi greşită. Lockyer s-a mai ocupat de studiul monumentelor megalitice, în special de acela de la Stonehenge (1906), pe care le considera veritabile observatoare astronomice. În anul 1869 înfiinţează revista ştiinţifică „Nature", pe care o conduce pînă la sfîrşitul vieţii. Aceasta apare şi azi.

Meritele ştiinţifice ale lui J.N. Lockyer au fost recunoscute şi apreciate. Din anul 1869 este membru al Societăţii Regale din Londra, care în 1874 îi acordă Medalia Rumford. Din anul 1873 este membru al Academiei de Ştiinţe din Paris, iar din 1904 membru corespondent al Academiei de Ştiinţe din Petersburg. În cinstea şi memoria sa, formaţiuni marţiene şi lunare îi poartă numele.

Astronomia populară şi Camille Nicolas Flammarion (1842—1925)

„Este adevărat oare că astronomia este o ştiinţă rebarbativă, împînzită cu integrale înspăimîntătoare, un deşert neroditor unde ochiul nu găseşte nici o oază pentru a se odihni? Este adevărat oare că munca astronomului e ingrată şi deprimantă, că ea constă doar în a deplasa linia de vizare rotind un şurub încetişor, încetişor, în a citi o cifră pe o scară, în a nota în carnetul său, iar apoi în a reîncepe la nesfîrşit aceeaşi măsurătoare? Există oare oameni care să creadă acest lucru? Nu, iar dacă există, înseamnă că ei nu-l cunosc pe Camille Flammarion şi acest lucru este de necrezut... A apărut un poet care a ştiut să descrie peisajele cerurilor, să le facă iubite de cei care nu le cunoşteau sau de cei care nu ştiau să le privească bine. Acest poet este Camille Flammarion. El cîntă, şi pustiurile cereşti prind viaţă; aştrii nu mai sînt puncte matematice care ascultă cu pasivitate de ecuaţiile diferenţiale: ei devin nişte lumi, împodobite în culori magnifice, unde se trăieşte, se iubeşte. Imensitatea fără de sfîrşit a spaţiului nu mai este de o informitate grandioasă, ci o varietate bogată şi neprevăzută, unde fiecare pas ne rezervă noi surprize". Aceste calde cuvinte aparţin unui discurs rostit de marele matematician Henri Poincaré (1854—1912), la 26 februarie 1912, cu ocazia jubileului lui Flammarion, care împlinea 70 de ani. Un profesionist (dar ce profesionist!) laudă un amator (dar ce amator!), eveniment din nefericire destul de rar...

Camille Nicolas Flammarion s-a născut la 26 februarie 1848 la Montigny-le-Roi, din Haute Marne. Întîlnirea cu astronomia s-a făcut de timpuriu. Ca şi Kepler, la numai 11 ani, Flammarion observă cometa din anul 1853, probabil aceea descoperită de Klinkerfus (1853 III). Între anii 1858—1862 are funcţia de calculator la Observatorul din Paris. Dar o ceartă cu directorul observatorului, nimeni altul decît celebrul Le Verrier, face ca tînărul elev astronom (care făcea şi pe poetul astronom) să părăsească prestigioasa instituţie, aşa cum ceva mai tîrziu (1866) avea să se întîmple şi cu Bredihin la Moscova.

Dar Flammarion nu pierde contactul cu astronomia. Încă în anul 1861 îi apăruse lucrarea *Pluralitatea lumilor locuite* (nu avea decît 19 ani), iar apoi, între anii 1862—1876 este pe funcția de calculator la Biroul de longitudini. Între timp, succesul primei sale cărți fusese imens. El scrie în continuare și cu timpul apar de sub pana sa lucrări care au devenit la fel de celebre, ajungînd la peste 100 ediții. Este suficient să amintim monumentala sa lucrare *Astronomia populară*, pe care Flammarion, cu modestie, o dedică „lui Copernic, Galilei, Kepler, Newton, care au deschis umanității drumurile infinitului, și lui François Arago, fondator al astronomiei populare".

Celebritatea lui Flammarion fiind în creștere, iar Le Verrier înaintînd în vîrstă, între 1876 și 1882 îl găsim din nou pe Flammarion colaborator al Observatorului din Paris. Cei doi bărbați nu au fost în contact prea mult timp, Le Verrier decedînd în 1877. În 1883 părăsește și Flammarion Observatorul din Paris, dar pentru a funda un observator particular la Juvisi, unde vor lucra și alți astronomi care au devenit cunoscuți, printre care celebrii observatori ai planetelor Eugenius Michael Antoniadi (1870—1944) și Ferdinand Quenisset (1872—1951). Tot în acea perioadă (1882) înființează revista „L'Astronomie", una din cele mai cunoscute și apreciate reviste de astronomie populară din lume, care apare și azi. Peste cîțiva ani, în 1887, reușește să înființeze și „Societatea Astronomică a Franței" (SAF), al cărei președinte a fost.

Flammarion a fost o fire eclectică, din care cauză nici nu a devenit un „mare specialist" în vreun domeniu. În afară de astronomie s-a interesat de vulcanologie, de fizica atmosferei, de climatologie, de parapsihologie și chiar de spiritism (!). A murit la 3 iunie 1925. În memoria sa, pe Marte și pe Lună, obiecte asiduu studiate de el, sînt cratere care-i poartă numele.

Fotometria stelară și Edward Charles Pickering (1846—1919)

În același an 1839, în care lua ființă Observatorul de la Pulkovo, cu un pronunțat caracter clasic, peste

ocean, la Universitatea Harvard, din Cambridge (S.U.A.), se înființează un alt observator care va deveni celebru, profilat mai ales pe cercetări de astrofizică.

Primul director al observatorului Harvard a fost William Cranch Bond (1789—1859) care, împreună cu fiul său, George Phillips Bond (1825—1865), inițiază utilizarea sistematică a fotografiei în astronomie. În anul 1850 ei obțin prima fotografie a stelei Vega. Ei se preocupă de folosirea fotografiilor astronomice pentru determinarea magnitudinilor stelelor și în 1858 elaborează o metodă care stă la baza fotometriei fotografice. Dar cel care va duce cercetările fotometrice și spectrale la un nivel într-adevăr modern a fost E. C. Pickering.

Edward Charles Pickering s-a născut la Boston, la 19 iulie 1846. În anul 1865 termină Universitatea Harvard, iar pînă în anul 1867 predă matematica în Cambridge (Mass). Între anii 1867—1877 este profesor de fizică la Institutul Tehnologic Massachusetts. În anul 1877 devine director al Observatorului Harvard și profesor de astronomie la Universitatea Harvard. În această calitate el coordonează lucrările de astrofotometrie și de astrospectroscopie, care au făcut observatorul american celebru peste hotare. Propune o metodă vizuală pentru observarea stelelor, îndeosebi a celor variabile, așa-numita „metodă a interpolării", cu două stele de comparație între care se împarte intervalul de strălucire în 10 părți egale. Imaginează și construiește un fotometru vizual meridian, cu două obiective, în care stelele studiate erau comparate cu Steaua Polară — metodă ce va fi folosită pînă în anul 1911 cînd Hertzsprung (v. mai departe) a descoperit variabilitatea acestei stele. Este primul care utilizează prisma obiectiv în fotografierea masivă a spectrelor stelare.

În anul 1884 Pickering publică *Harvard Photometry*, un catalog care conține stelele pînă la declinația —30°. El cuprinde magnitudinile exacte a 4 260 stele. În 1908 va apare ediția a doua sub titlul *Harvard Revised Photometry*, care conține magnitudinile tuturor stelelor pînă la mărimea stelară 6,5, în total 9 110 stele. Din cele două milioane de observații necesare pentru aceste lucrări, mai bine de jumătate au fost făcute de însuși Pickering. În anul 1889, studiind steaua Mizar, penultima din coada

Ursei Mari, cu ajutorul prismei obiectiv, observă o dedublare periodică a liniilor spectrale a stelei mai luminoase din cuplu. El trage concluzia că ea însăşi este o stea dublă, ale cărei componente mişcîndu-se în raport cu observatorul, în conformitate cu principiul Doppler-Fizeau, liniile spectrale suferă abateri periodice spre roşu şi violet. Aceste stele au primit denumirea de „stele duble spectroscopice". În anul 1900 se cunoşteau peste 50 asemenea stele.

Între anii 1886—1889 Pickering şi colaboratorii săi alcătuiesc aşa-numitul *Catalog Draper al spectrelor stelelor*, care conţine spectrele a 16 351 stele mai strălucitoare de magnitudinea 8. Clasificarea spectrală elaborată în acest catalog zisă „de la Harvard" a fost cea mai folosită în secolul nostru, fiind abia în a doua jumătate în concurenţă cu clasificarea MKK, iar mai recent, din 1968, cu clasificarea AMMT (Abt, Meinel, Morgan, Tapscott) obţinute cu ajutorul reţelelor de difracţie la Observatorul Naţional Kitt Peak (S.U.A.). Cercetările spectrale au fost continuate de colaboratoarele lui Pickering, printre care un loc de seamă l-a jucat Anne Jump Cannon (1863—1941), care între 1918—1924 scoate *Catalogul Draper*, conţinînd spectrele a 400 000 de stele. Pickering a acordat mult timp şi studiului stelelor variabile. Am amintit deja de „metoda interpolării", care alături de „metoda Argelander" sînt cu folos utilizate de amatori şi profesionişti în studiul acestor stele schimbătoare.

În timpul lui Pickering, la Observatorul Harvard au fost descoperite 3 435 stele variabile. El a organizat Asociaţia Americană a Observatorilor de Stele Variabile (AAVSO), care în prezent face anual circa 50 000 de observaţii. Din 1962 asociaţia nu mai depinde de Observatorul Harvard, fiind condusă de Margaret Mayall.

Datorită meritelor sale incontestabile, Pickering a fost ales membru al Academiei de Ştiinţe a S.U.A., iar din anul 1907 membru al Societăţii Regale din Londra, din 1908 fiind şi membru corespondent al Academiei de Ştiinţe din Petersburg. În anul 1891 este decorat cu medalia de aur Rumford a Societăţii Regale din Londra, cu încă două medalii de aur ale acestei societăţi în anii 1886 şi 1901, cu medalia Bruce a Asociaţiei Astronomice a Pacificului şi cu medalia Draper a Academiei de Ştiinţe a S.U.A. A murit la 3 februarie 1919, numele său fiind dat unui crater de pe Marte şi de pe Lună. A avut un frate, William Henry Pickering (1858—1938), de asemenea astronom, care s-a ocupat mai ales cu studiul corpurilor din sistemul solar. A fost unul din căutătorii planetei transneptuniene (Pluton). Alături de Lowell, W. H. Pickering s-a ocupat şi cu studierea planetei Marte. Din această cauză, numele său este imortalizat printr-un crater de pe această planetă.

Spectrele moleculare şi Henri Alexandre Deslandres (1853—1948)

„În 1913 existau în lume numeroase observatoare dotate cu spectroheliografe. Cele mai renumite erau cele ale lui Hale la Chicago, cel al lui Deslandres la Meudon şi cel al lui Lockyer la Londra. Lockyer, Deslandres, Hale : această treime de exploratori ai Soarelui dinainte de 1914 lua locul echipei de pionieri pe care o alcătuiseră Young, Secchi şi Janssen. Era o epocă de „fanatici" ai ştiinţei, care lăsau cine ştie ce meserie prozaică la chemarea unei vocaţii irezistibile şi care înlocuiau uneori studiile cu intuiţia şi diplomele cu geniul!

Hale, fiu al unui fabricant de ascensoare hidraulice, fusese sortit întîi unei cariere de industriaş. Deslandres îmbrăţişase cariera mareşalului Joffre, trecuse, ca şi acesta, prin Politehnică şi devenise căpitan de geniu. Renunţase însă de la vîrsta de 28 de ani la orice perspectivă de a-şi împodobi chipiul cu stele, dedicîndu-se studiului unui alt gen de stele, la Observatorul din Paris. În ceea ce îl priveşte pe Lockyer, el nu era decît un umil funcţionar la ministerul britanic de război, cînd, la 30 de ani, se simţise atras de analiza spectrală a Soarelui, ceea ce nu-l împiedicase să manifeste interes pentru arheologia preistorică, să facă critică literară şi să scrie un tratat de golf".

Cele citate mai sus fac parte din *Călătorie la capătul ştiinţei* (B.P.T., 1972, p. 29), în care excelentul popularizator Pierre Rousseau ne prezintă aceşti trei amatori geniali. Unul din ei, Henri Alexandre Deslandres, s-a născut la 24 iulie 1853, la Paris. În anul 1874 termină

Școala Politehnică și apoi lucrează în laboratoarele Politehnicii și ale Universității din Paris. El studiază spectrele moleculare ale azotului, ale grupei cian, ale apei etc. Ajunge astfel la concluzia că moleculele respective sînt animate de .o oscilație armonică și descoperă două formule empirice care descriu legătura dintre numerele de undă ale liniilor individuale ale unei benzi și numerele de undă ale diferitelor benzi ale unui sistem (1886—1891). Aceste formule poartă numele lui Deslandres. Între anii 1889—1897 lucrează la Observatorul din Paris, iar între 1897—1929 la Observatorul de astrofizică de la Meudon, fiind directorul acestuia din 1908.

În anul 1902, Deslandres ajunsese membru al Academiei de Științe din Paris, iar în 1920 președinte al ei. S-a ocupat mult și cu studiul spectral al Soarelui. Simultan și independent de G. E. Hale, a inventat spectroheliograful, care permite observatorului să studieze norii de gaz din atmosfera Soarelui la diferite înălțimi, în lumină monocromatică (1891). Descoperă, de asemenea, independent de Hale, inversiunea din părțile centrale ale liniilor H și K ale ionilor de calciu din spectrul solar. Este unul din aceia care au bănuit existența unei radiații a Soarelui în domeniul radioundelor, pe care o mai intuia și Sir Oliver Joseph Lodge (1851—1940). Această radioradiație a fost căutată și experimental de tînărul astronom francez Charles Nordman, fără succes însă. Ea va fi descoperită abia în anul 1942, cu ajutorul radarelor britanice, de către J. S. Hey.

Cercetînd spectrele stelelor, Deslandres descoperă, printre altele, o variație periodică în spectrul stelei Delta Orionis, care va fi exploatată în continuare de Hartmann (v. mai departe), ducînd în final la descoperirea materiei interstelare. Pentru meritele sale Deslandres a fost ales membru al mai multor academii și societăți științifice. Pentru a-i cinsti memoria un circ lunar a primit numele său.

Rotația stelelor și Aristarh Apollonovici Belopolski (1854—1934)

Aristarh Apollonovici Belopolski s-a născut la 13 iulie 1854, la Moscova. Primele etape ale educației și le face în familie, apoi, la 11 ani merge la gimnaziu. După terminarea gimnaziului intră la Universitatea din Moscova, la Facultatea de fizico-matematici (1873—1877). După terminarea cursurilor, F. A. Bredihin, directorul Observatorului din Moscova, îi propune ca vara să se ocupe de fotografierea sistematică a suprafeței solare cu ajutorul fotoheliografului. Astfel, după cum va mărturisi singur, a devenit întîmplător astronom. În anul 1879 obține statutul de asistent la observatorul astronomic. Aici contactul cu Bredihin constituie pentru Belopolski o „a doua universitate". El se preocupă de procesele care au loc pe Soare, pete și protuberanțe, și de astrometrie, la cercul meridian. În anul 1886 își susține dizertația pentru obținerea gradului de magistru în astronomie, cu subiectul „Petele solare și mișcarea lor".

În anul 1888 A. A. Belopolski este ales astronom adjunct la Observatorul Pulkovo. Din anul 1890 ocupă postul de astrofizician — meserie rară și nouă la acea vreme. El ocupă astfel locul eliberat prin plecarea lui B. Hasselberg (1848—1922). În această perioadă s-a schimbat și directorul Observatorului Pulkovo, O. V. Struve fiind înlocuit de F. A. Bredihin. În anul 1900 Belopolski este ales membru adjunct al Academiei de Științe din Petersburg, apoi, nu după mult timp, membru titular. Ca un semn al recunoașterii sale pe plan mondial, în anul 1902 este ales redactor la noua revistă care apărea la Chicago, prestigiosul „Astrophysical Journal". Datorită faptului că devenise specialist în studierea Soarelui, în anul 1904 este ales președinte al unei comisii pentru cercetarea Soarelui, din care mai făceau parte mulți oameni de știință remarcabili din Rusia.

Dar preocupările științifice ale lui Belopolski sînt diverse. El studiază corpurile din sistemul solar, îndeosebi cometele, inelele lui Saturn, a căror structură o stabilește prin metode spectrale (1895), studiază rotația diferențială a lui Jupiter, ca să nu mai vorbim de cercetările sale asupra Soarelui.

Pe A. A. Belopolski îl interesează însă în egală măsură și lumea stelară. Fiind un maestru al măsurării vitezelor radiale cu ajutorul principiului Doppler-Fizeau, el studiază variațiile periodice ale vitezei radiale la

steaua Delta Cephei, care vor duce în final la elaborarea teoriei pulsației cefeidelor de către Eddington (v. mai departe). Peste doi ani, în 1896, descoperă faptul că steaua Castor B este o dublă spectroscopică. În prezent se cunoaște că Alfa Geminorum sau Castor este un sistem compus din 6 stele.

Belopolski descoperă multe stele duble spectroscopice prin studiul atent al vitezelor lor radiale. Toate acestea bazîndu-se pe aplicarea principiului Doppler-Fizeau, nu ne vom mira dacă îl vom găsi pe Belopolski realizînd un experiment, rămas celebru și în manualele de optică, pentru verificarea acestui principiu în condiții de laborator. El a fost realizat între anii 1894—1901, iar apoi îl reia în anul 1907 cu ajutorul unui spectrograf mai puternic. În fond, cu acest principiu se pot măsura vitezele radiale, adică pe raza vizuală. El este capabil să ne dea nu numai mișcarea orbitală a stelelor duble spectroscopice, ci și mișcarea de rotație axială a unor corpuri unice; cazul inelelor lui Saturn, a lui Jupiter, al Soarelui. În cazul Soarelui, de exemplu, punînd fanta spectrografului pe limbul de est al imaginii Soarelui, care vine spre noi, vom obține o deplasare a liniilor spectrale spre violet, pe cînd cu fanta pe limbul de vest, vom obține o deplasare spre roșu. Astfel se poate determina viteza de rotație a Soarelui. În acest mod el a putut stabili că viteza de rotație a Soarelui s-a micșorat întrucîtva în perioada 1925—1933, fapt confirmat și de alți astronomi. În cazul celorlalte stele însă, care dau imagini punctuale, limbul estic confundîndu-se cu limbul vestic, s-ar părea că metoda nu mai dă rezultate. Dar, după cum vor arăta alți doi astronomi ruși, Grigorij Abramovici Șain (1892—1956) și Otto L. Struve, care prin anii 1923—29 generalizează experiențele preliminarii ale unor lucrări de pionierat ale lui Frank Schlesinger (1871—1943), din 1909, sau ale lui R. A. Rossiter și D. B. McLaughlin asupra unor stele cu eclipsă ca Beta Lyrae și Algol (efectul Rossiter), lărgirea liniilor spectrale se datorește în mare parte rotației stelelor și deci rotația se poate măsura, după eliminarea celorlalte efecte care produc la rîndul lor lărgiri ale liniilor spectrale.

Meritele lui Belopolski au fost recunoscute în toată lumea științifică. Academia de Științe din Paris îi acordă în anul 1898 medalia de aur Janssen, iar în anul 1918 premiul Lalande. El primește și două premii de la Societatea astronomică rusă. Din anul 1907 este membru al Societății italiene de spectroscopie, iar din anul 1910 membru corespondent al Societății Regale de Astronomie din Londra.

A. A. Belopolski a fost dotat cu o sănătate robustă pe care și-a fortificat-o încontinuu. Astfel, îl găsim lucrînd pînă în ultima zi; noaptea la marele refractor de 30", iar ziua la marele spectrograf solar. A murit la 16 mai 1934, la Pulkovo. În cinstea și memoria sa un crater de pe fața opusă a Lunii îi poartă numele.

Planeta Marte și Percival Lowell (1855—1916)

Planeta a patra a sistemului nostru solar a atras atenția oamenilor încă din cele mai vechi timpuri prin culoarea sa roșie. Din această cauză i s-a asociat zeul războiului, vărsătorul de sînge, la vechii greci Ares, iar la romani Marte. Studiul sistematic și științific al planetei Marte începe însă abia după perfecționarea lunetei astronomice. Primele desene ale planetei Marte pe care se disting detalii care se recunosc și azi sînt făcute de astronomul italian Francesco Fontana (1585—1656), care la 1636 observă și „faza gheboașă" a planetei.

Fără a mai menționa pe toți astronomii care au observat cu succes planeta, nu putem trece însă peste contribuția lui W. Herschel și a lui J. H. Schröter. În secolul trecut desene deosebit de reușite ale suprafeței lui Marte a făcut astronomul englez W. R. Dawes, cel supranumit „ochi de vultur", despre care am mai amintit. Vine apoi descoperirea canalelor marțiene și lucrările lui Schiaparelli, care o amplifică. Lumea, impresionată de tragedia civilizației marțiene, presupuse pe cale de dispariție, în luptă pentru supraviețuire, se împarte în două tabere: o parte credea în existența canalelor, ca fiind construcții artificiale, lucrări de irigație a inteligenților ingineri marțieni; cealaltă parte contesta cu desăvîrșire existența canalelor, nu numai natura lor ar-

tificială, susținînd că sînt pure iluzii optice. Este adevărat că mai exista o a treia categorie, puțin numeroasă, printre care l-am putea număra și pe Schiaparelli, care admitea existența unor canale de origine naturală. Și acum apare Lowell.

Percival Lowell s-a născut la 13 martie la Boston. În anul 1876 termină Universitatea Harvard, dovedind serioase aptitudini matematice. După ce petrece un an în Europa se întoarce la Boston spre a-și ajuta tatăl, industriașul August Lowell. Apoi, prin 1883 își lasă slujba și pleacă în Japonia pentru a studia poporul și limba japoneză. Acolo el trăiește 10 ani. Cu astronomia, cu care se delectase încă din copilărie, se ocupă în continuare sporadic, cu ajutorul telescopului său portabil de 6". În nopțile senine observa planetele și stelele. Aflînd de lucrările lui Schiaparelli și de discuția ce se iscase în jurul canalelor, Lowell se hotărăște să intre în arenă. Dar pentru aceasta trebuia să observe planeta și el începe demersurile pentru înființarea unui observator special destinat studiului planetei roșii.

Lowell a pierdut mult timp căutînd un loc optim pentru amplasarea observatorului său. A căutat în Alpi, în Alger, în Mexic, în California, în Arizona. În final s-a decis pentru un deșert din statul Arizona, la altitudinea de 2 100 m, în apropiere de localitatea Flagstaff. Pe o mică înălțime, care a primit denumirea de „Mars Hill" (Dealul lui Marte), s-au construit cupolele pentru două refractoare, de 8 și de 12 țoli.

Nemaiavînd răbdare, Lowell începe observarea planetei încă din luna mai 1894, înainte de terminarea cupolelor. În anul 1895 publică o carte intitulată *Marte*; din care citățm un fragment edificator asupra concepțiilor lui Lowell: „Rezultatele acestor observații ar putea să pară, la început, uimitoare, deși în realitate ele nu conțin nimic extraordinar. O astfel de posibilitate a existat potențial de cînd însăși existența lui Marte a fost recunoscută de păstorii caldeeni... A refuza de a admite ceva care să semene cu tine însuți constituie o particularitate a individualității umane. Ca un sălbatic care nu se teme de nimic mai mult decît de un străin, ca un Crusoe care se făcea palid la vederea unor urme care nu erau ale lui, tot astfel și omul civilizat respinge

instinctiv ideea unor minți care n-ar fi dintre cele cunoscute de el. A admite în concepția despre Cosmos alte minți finite are pentru noi ceva misterios și înspăimîntător. Orice ipoteză care să explice faptele, fie și improbabilă sau de-a dreptul absurdă, este considerată mai bună decît aceasta... Meteorii lăsînd urme pe suprafața lui Marte cu o astfel de precizie matematică, încît ei ar fi trebuit să fie instruiți special pentru această performanță (ipoteza lui J. Joly) etc., etc. fiecare ipoteză mai uimitoare decît cea precedentă îi par omului preferabile dacă prin asemenea mijloace el poate scăpa de a admite existența unor ființe de același fel cu dînsul. Toate acestea sînt desigur puerile și ar trebui să fie îndepărtate cît mai repede cu putință..." După cum se vede, Lowell nu mai pledează pentru existența canalelor, pe care le considera o certitudine, ci pentru existența inteligentelor ființe care le construiseră.

Totuși, o serie de astronomi, și nu din cei mai mărunți, se îndoiau încă de existența canalelor. Printre aceștia se număra E. M. Antoniadi, care observa cu marele refractor de la Meudon, de 87 cm diametru, iar în America, celebrul observator Edward Emerson Barnard (1857—1923), care avea la dispoziție cea mai mare lunetă din lume, refractorul de 102 cm diametru de la Observatorul Yerkes. Se punea din nou problema dacă nu cumva canalele erau o iluzie optică. Încă mai de mult, astronomul italian Vincenzo Cerulli (1859—1927), care avea un observator particular numit „Collurania", în apropiere de Teramo, este unul din susținătorii fervenți ai acestei idei. Iar astronomul englez Edward Walter Maunder (1851—1928) de la Observatorul Greenwich, cunoscut pentru observațiile sale asupra Soarelui (v. „diagrama fluture" a lui Maunder) a realizat o experiență la o școală din Greenwich, care a confirmat întru totul această presupunere. Deși Lowell a mai observat mult timp rețeaua de canale fine și regulate, chiar cu marele său refractor de 24", cercetările moderne, făcute *in situ*, cu ajutorul navelor cosmice automate, nu numai că nu au găsit nici urmă de *marțian*, dar nici urmă de canale. În schimb au descoperit numeroase „cratere lunare", la care nimeni pe vremea lui Lowell nu se gîndea.

A doua mare *himeră* a lui Lowell a fost planeta transneptuniană. Dar despre aceasta vom vorbi mai pe larg în episodul consacrat lui Tombaugh.

Pentru meritele sale în astronomie, Percival Lowell este decorat în anul 1904 cu Medalia Janssen a Societății Astronomice Franceze (SAF) și cu medalia de aur a Societății Astronomice a Mexicului, în anul 1908. Moare la 13 noiembrie 1916; în cinstea și memoria sa cratere marțiene și lunare îi poartă numele.

Telescoapele moderne și George Willis Ritchey (1864—1945)

Pentru a înțelege cît mai bine importanța lucrărilor lui G. W. Ritchey, este necesară o mică incursiune în istoria dezvoltării telescoapelor. După William Herschel, căruia se pare că nu-i prea reușise telescopul cel mare, viitorul nume remarcabil în acest domeniu este al lui William Parsons (1800—1867), cunoscut și sub denumirea de Lordul Rosse. El este cel care realizează un reflector de 1,8 m diametru, în acea vreme cel mai mare din lume. Dar, atît din cauza monturii quasimeridiane a instrumentului, cît și oglinzii care, cu toate precauțiile luate se deforma sub propria-i greutate, deși a adus o serie de descoperiri, acest telescop gigant nu a corespuns așteptărilor. Deși a descoperit existența nebuloaselor spirale, din care a inventariat deja un număr de 14 pînă în 1850, telescopul va fi demontat în anul 1908.

Între timp însă începuse o nouă eră în construcția de telescoape. Marile oglinzi încep să fie făcute din sticlă, pe care se depunea un strat subțire de argint, prin procedeul descoperit de chimistul Justus von Liebig (1803—1873). Această tehnică a oglinzilor de sticlă argintate este folosită din anul 1851 de fizicianul Leon Foucault (1819—1868), la Paris și de Carl Steinheil (1801—1870), la München.

Un prototip al telescopului viitorului fusese deja realizat de astronomul englez William Lassell (1799—1880). Acesta construiește întîi un reflector cu oglinda obiectiv de 61 cm diametru, cu care descoperă un satelit la Neptun (Triton) și un satelit la Saturn (Hyperion). După mutarea în insula Malta, construiește un reflector de 122 cm diametru, care avea aproape toate caracteristicile telescoapelor moderne: montură ecuatorială „în furcă", sistem de sprijinire echilibrată a oglinzii, care se mai utilizează și azi etc. Cu acest instrument a descoperit peste 600 de nebuloase, pe care le-a publicat într-un catalog în anul 1867. Între 1870—1872 a fost președinte al Societății Regale de Astronomie din Londra.

Dar realizatorul primelor telescoape cu adevărat moderne a fost George Willis Ritchey. Născut la 31 decembrie 1864 la Tappers Planes (Ohio, S.U.A.), în anul 1887 a absolvit Universitatea din Cincinnati. Inițial a lucrat ca desenator. Între anii 1896 și 1904 lucrează la Observatorul Yerkes, de la Williams Bay (Wisconsin), al Universității din Chicago, conducînd laboratorul de construcții de instrumente. În paralel, între 1901 — 1905 a predat astronomia la Universitatea din Chicago. Între 1905 și 1924 conduce atelierele de optică și mecanică ale Observatorului Mount Wilson din California. Între 1924 și 1930 este îndrumător al laboratorului de astrofotografie al Observatorului din Paris, iar între 1930 și 1936 lucrează la Observatorul Marinei din Washington.

Realizările sale în domeniul construcției de instrumente sînt remarcabile: în anul 1901 realizează un reflector de 24" pentru observatorul Yerkes; apoi realizează un telescop solar pentru observatorul Mount Wilson, cu celostatul de 30" și oglinda obiectiv de 24". Cel mai mare telescop îl realizează în anul 1908 pentru observatorul Mount Wilson, cu o oglindă de 60" (152 cm) diametru.

Dar rezultatele deosebite obținute cu acest instrument determină luarea hotărîrii de a se construi și un telescop de 100" (2,5 m) pentru același observator, sarcină care-i revine tot lui Ritchey. Acest instrument, care a intrat în funcțiune în anul 1918, a fost timp de 40 de ani cel mai mare din lume. Cu aceste minunate instrumente el a făcut și interesante descoperiri astronomice. Astfel, el descoperă două stele noi (nove) în nebuloasa din Andromeda (M 31) și una în galaxia NGC 6946. El determină distanța pînă la galaxia M 31, rezultat care

va fi confirmat ulterior de Hubble cu ajutorul cefeidelor. Împreună cu astronomul francez Henri Chrétien (1870—1956) inventează un nou tip de telescop, telescopul aplanatic cu cîmp mare, sistem în care vor fi construite ulterior majoritatea reflectoarelor moderne.

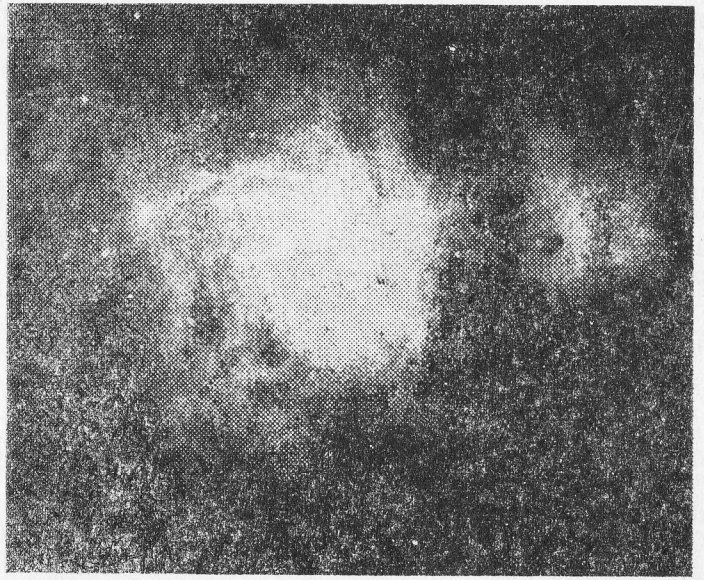
G. W. Ritchey a murit la 4 noiembrie 1945, nemaiapucînd să vadă terminate lucrările gigantului de 5 m diametru, care a fost instalat în anul 1948 la Observatorul Mount Palomar. În cinstea și amintirea sa, cîte un circ îi poartă numele pe suprafața lui Marte și a Lunii.

Materia interstelară și Johannes Franz Hartmann (1865—1936)

Johannes Franz Hartmann s-a născut la 11 ianuarie 1865 în orașul Erfurt. A studiat la universitățile din Tübingen, Berlin și Leipzig. Între anii 1891 și 1896 a lucrat la Leipzig, de la 1896 pînă în 1909 lucrează la Observatorul din Potsdam, iar din 1902 este profesor. Între anii 1909 și 1921 este profesor de astronomie la Universitatea din Göttingen și director al observatorului. Între 1921 și 1935 este director al Observatorului din La Plata, Argentina.

Una din primele realizări remarcabile ale lui Hartmann, care s-a ocupat în mod deosebit de astrofotometrie și astrospectroscopie a fost descoperirea unei linii foarte fine de *absorbție*, cu lungimea de undă de 393,4 nm, în spectrul stelei Mintaka sau Delta Orionis. Aceasta este o stea dublă spectroscopică și, după cum am văzut, la aceste stele *toate* liniile spectrale execută oscilații periodice în jurul unei poziții medii. Dar linia descoperită de Hartmann era *staționară*.

O primă concluzie care se impunea a fost că linia nu aparține unui element al stelei. Hartmann și-a mai amintit că în anul 1901 a observat aceeași linie, împreună cu alta la 369,6 nm, care se suprapuneau peste spectrul de emisie al novei din Perseu care izbucnise în acel an. El trage concluzia justă că aceste linii de *absorbție* aparțin unui nor de calciu (liniile K și H) aflat între stea și observator. Alți astronomi erau de părere că liniile aparțin unui nor de calciu circumstelar, ipoteză susținută de Reynold K. Young pînă în anul 1920. Dar deja în 1919, Mary Lea Heger descoperise și cele două linii principale ale sodiului din galben, iar în 1920 A. S. Eddington (v. mai departe) lămurește definitiv problema.



Nebuloasa Orion reprezintă un vast complex de materie interstelară luminoasă și întunecată

În felul acesta s-a putut pune în evidență (pentru a cîta oară?) invizibilul, cu metodele subtile și fine ale astronomiei. Se constată că norii de calciu și de alte elemente din spațiul interstelar au o densitate extrem de scăzută, de ordinul a 10^{-24} g/cm^3. Cu timpul s-au descoperit și alte linii ale altor elemente, iar prin metodele radioastronomiei s-au identificat și molecule destul de complicate. Tot în anul 1904, Hartmann elaborează o metodă pentru studiul calității obiectivelor instrumentelor astronomice în care se folosește o diafragmă specială, numită *diafragma lui Hartmann*. În același an construiește un spectrocomparator, iar mai înainte, în 1899, construise un spectrofotometru, care îi poartă nu-

mele. A dedus și o nouă formulă de interpolare, care dă lungimea de undă a liniilor spectrale într-un spectru obținut cu un spectrograf cu prisme. O formă simplificată a acestei formule poartă numele de *formula lui Cornu*.

În ultimii ani ai vieții, între 1931 și 1932, J. F. Hartmann s-a ocupat cu determinarea paralaxei Soarelui prin observarea asteroidului Eros. A murit la 13 septembrie 1936. În cinstea și memoria sa, un crater situat pe fața opusă a Lunii îi poartă numele.

Magnetismul solar și George Ellery Hale (1868—1938)

George Ellery Hale s-a născut la Chicago la 29 iunie 1868. Încă de mic copil a manifestat interes pentru dispozitive de fizică și chimie, avînd o deosebită abilitate pentru efectuarea de diferite experiențe. La vîrsta de 13 sau 14 ani a făcut cunoștință cu doi astronomi din Chicago, S. W. Burnham și G. W. Hough, observatori ai stelelor duble.

Hale capătă o solidă instrucțiune în domeniul matematicii, fizicii și chimiei. Studiază la mai multe universități americane, printre care Universitatea din Chicago și Institutul de Tehnologie din Massachusetts (1886—1890). Din anul 1891 începe să facă observații asupra Soarelui, la observatorul său din Kenwood, o suburbie a orașului Chicago. Aici el realizează primul spectroheliograf, independent de Deslandres, cu care va avea totuși o polemică pe tema priorității. Cu acest instrument studia distribuția diferitelor gaze incandescente în atmosfera solară. Între anii 1892 și 1905 lucrează la Universitatea din Chicago, din 1897 ca profesor. Între 1895 și 1905 este primul director al Observatorului Yerkes al Universității din Chicago. Aici, la insistențele sale, se instalează cel mai mare refractor din lume, luneta de 102 cm diametru, cu obiectiv realizat de celebrul Alvan Clark (1897). În anul 1903 descoperă floculele de calciu și hidrogen cu ajutorul spectroheliografului. Încă din anul 1895, împreună cu astronomul american James Edward Keeler (1857—1900) fundează revista „Astrophysical Journal", la care am văzut că, la un moment dat, fusese antrenat și Belopolski.

Anul 1904 este deosebit de important în viața lui Hale. În acest an pleacă în California, unde preia funcția de director al noului observator înființat pe Mount Wilson. Aici el va activa pînă în anul 1923, după aceea ca director consultant. Tot în anul 1904, la Congresul internațional al astronomilor și matematicienilor de la Saint Louis, se hotărăște, la propunerea lui Hale, organizarea unei Uniuni internaționale pentru observarea Soarelui. Din aceasta, în anul 1919 va lua ființă Uniunea Astronomică Internațională (UAI).

La Mount Wilson, sub îndrumarea lui Hale, se instalează cu fondurile Institutului Carnegie din Washington, un puternic telescop solar. În 1908 era instalat telescopul de 60 picioare (aprox. 20 m), iar în 1912 și cel de 150 picioare. Tot în acea vreme se instala și telescopul reflector de 60" construit de Ritchey (1908), iar ulterior și cel de 100".

În anul 1908, cu ajutorul marelui telescop solar de 60 picioare, Hale face o descoperire importantă. Observînd vîrtejuri în floculele de calciu și hidrogen situate în apropierea petelor solare, el presupune existența unor cîmpuri magnetice ale petelor solare. Apoi, cînd observă și dedublarea unor linii spectrale, care se produce în laborator în prezența unor cîmpuri magnetice, ca urmare a efectului Zeeman, presupunerea devine certitudine. El observă și inversarea polarității grupelor de pete solare, cu o periodicitate de 22 de ani, care a primit denumirea de „ciclul Hale". Face experimente pentru detectarea cîmpului magnetic general al Soarelui. Inițial, Hale aprecia cîmpul magnetic general al Soarelui la 50 gauss, dar măsurători mai recente au arătat că el este abia în jur de 1 gauss.

În anul 1923, din cauza înrăutățirii stării sănătății, Hale trebuie să părăsească postul de director activ al Observatorului Mount Wilson, fiind înlocuit de W. S. Adams (v. mai departe), păstrîndu-și totuși, după cum am mai amintit, atribuțiile de director prin corespondență. Cînd în anul 1919 s-a propus constituirea Consiliului internațional al cercetătorilor, care în 1931 a fost transformat în Consiliul Internațional al Uniunilor științifice, în 1932 Hale a fost ales președinte. Dar nu numai această alegere atestă prețuirea unanimă de care se

C-da 152 coala 8

bucura. În anul 1894 este decorat cu Medalia Copley a Societății Regale Londoneze și cu Medalia Janssen a Academiei de Științe din Paris. În 1902 primește Medalia Rumford de la Academia Americană de Arte și Științe. În 1903 primește Medalia Draper a Academiei Naționale de Științe (a S.U.A.). În 1904 primește medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra. În anul 1916 primește Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (S.U.A.), iar în 1917 Medalia Janssen a Societății Astronomice a Franței (SAF). În anul 1920 primește și Medalia Galilei a orașului Florența.

Din 1928, Hale începe să se ocupe activ de construirea gigantului reflector de 5 m de la Mount Palomar. Ca și Ritchey însă, nu va mai apuca să-l vadă instalat. Moare la 21/22 februarie 1938. Dar enormul reflector îi va purta numele, iar din 1969, observatoarele Mount Wilson și Mount Palomar reunite vor căpăta denumirea de „Observatorul Hale". De asemenea, ca și în celelalte cazuri, un crater situat pe suprafața Lunii și un altul de pe suprafața lui Marte, îi poartă numele.

Diagrama H-R și Ejnar Hertzsprung (1873—1967)

Astronomul danez Ejnar Hertzsprung s-a născut la 8 octombrie 1873, la Frederiksberg, o suburbie a orașului Copenhaga. La sfatul tatălui său a ales o carieră mai „lucrativă", aceea de inginer chimist. Studiază deci la Institutul Politehnic din Copenhaga și apoi, după terminarea studiilor (1898) lucrează ca chimist în Rusia, la Petersburg, pînă în anul 1901. Întors în țară, studiază cu Ostwald fotochimia, care îl va apropia de astrofotografie. De fapt, astronomia îl interesase încă din copilărie, sub influența tatălui care, la rîndu-i, în tinerețe se delectase cu astronomia și chiar dobîndise titlul de magister. Deci, din 1901, Ejnar începe să studieze astronomia independent. Cunoscîndu-l pe Karl Schwarzschild, care de acum era cunoscut, se împrietenește cu acesta, care îl cheamă la Göttingen. După ce, împreună cu Karl, Ejnar Hertzsprung trece pe la Potsdam, între 1919 și 1944 îl găsim colaborator al Observatorului din Leyda (Leiden), iar din 1935 ca director. După ieșirea la pen-

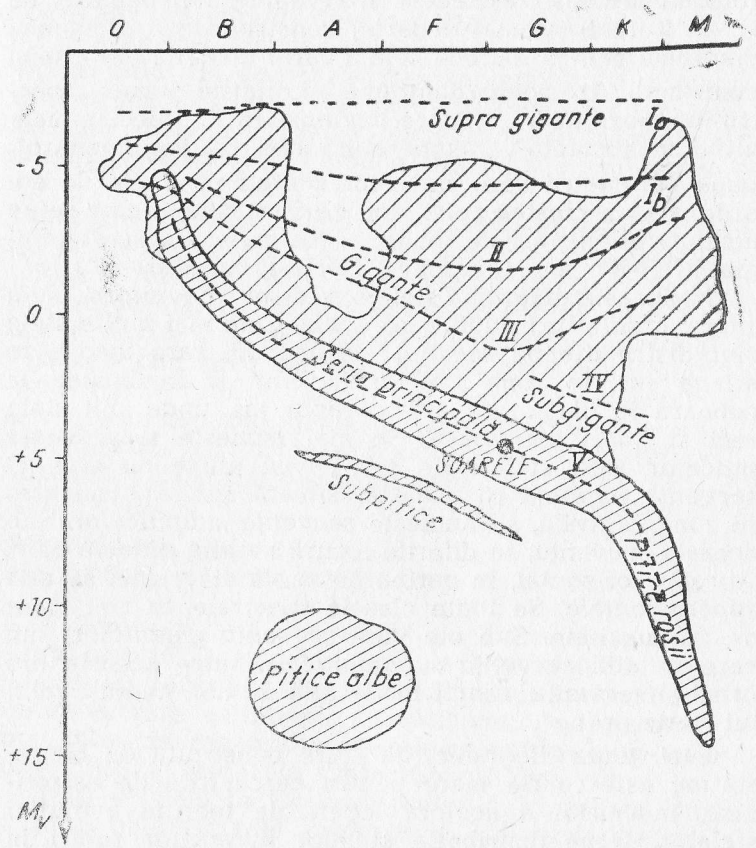


Diagrama H-R

sie, în 1944, a lucrat în continuare la observatorul universitar din Brorfield.

Activitatea științifică a lui Hertzsprung, care s-a desfășurat pînă la sfîrșitul îndelungatei sale vieți, s-a concentrat asupra observării universului stelar. Între 1905 și 1907 descoperă existența stelelor gigante și pitice, din clasele spectrale tîrzii, cu temperaturi mici. Construiește primul o diagramă a relației dintre mări-

mea stelară și indicele de culoare pentru stelele din roiurile deschise, Pleiadele și Hyadele. Independent de H. N. Russell (v. mai departe) construiește o asemenea diagramă pentru toate stelele a căror distanță era atunci cunoscută. Asemenea diagrame au diferite nume : „spectru-luminozitate", „culoare-luminozitate", „spectru-magnitudine absolută", „temperatură efectivă-luminozitate", după parametrii care sînt reprezentați pe axele de coordonate. În cinstea celor doi mari astronomi care le-au alcătuit primii, aceste diagrame se mai numesc și „diagrame H-R" sau „diagrame Hertzsprung-Russell".

În această diagramă stelele se dispun neuniform, de-a lungul unor șiruri numite *secvențe*. Cele mai multe stele sînt distribuite pe *secvența principală*, care începe în stînga sus, în zona stelelor fierbinți și luminoase, și coboară în diagonală spre dreapta jos, unde sînt stele reci și puțin luminoase. Se mai numește și secvența piticelor, deși stelele de sus numai pitice nu sînt. O secvență paralelă cu aceasta, situată *sub* ea, mai ales în zona centrală, se numește *secvența subpiticelor*. Sub această secvență, în diferite locuri, se află *piticele albe*. Aproape orizontal, în partea de sus a diagramei se află *supergigantele*, de toate clasele spectrale, în trei clase de luminozitate. Sub ele vine *secvența gigantelor*, sub care se află *secvența subgigantelor*. Între aceasta din urmă și secvența principală se află un gol, numit „golul lui Hertzsprung".

Importanța diagramei de stare construită de Hertzsprung este foarte mare pentru cercetările de astrofizică, îndeosebi a acelora legate de teoriile evoluției stelelor. După distribuția stelelor diverselor roiuri în diagramele H-R se poate stabili vîrsta roiului, iar diversele ramuri ale diagramei reprezintă diferite traiectorii evolutive posibile pentru stele de diferite mase și vîrste. Hertzsprung a determinat mișcările proprii la un număr mare de stele în regiunea roiului Pleiadele și a remarcat deosebirile între populațiile stelare ale roiurilor Pleiadele, Hyadele și Praesepe, pe care le interpretează ca o diferență de vîrstă a acestor roiuri. A studiat un număr mare de stele duble și variabile prin metoda fotografică. A stabilit o relație între perioada cefeidelor și forma curbelor lor de lumină. În

1911 a arătat că Steaua Polară este o stea variabilă pulsantă. Pentru meritele sale deosebite în astronomie, din care aici am amintit doar o parte, a fost ales membru a 11 academii științifice din Europa și Statele Unite, a obținut titlul de doctor la trei universități și a fost decorat cu medalia de aur a Societății Regale din Londra (1929), cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1937) și cu Medalia Römer a orașului Copenhaga.

Ejnar Hertzsprung a murit la 21 octombrie 1967, în vîrstă de 94 ani. Fostul său elev, astronomul american Kai Strand, referindu-se la succesul lui Hertzsprung în munca științifică, își citează profesorul care avea următoarea deviză : „cine lucrează cu îndîrjire, întotdeauna găsește cîte ceva, iar cîteodată și ceva important". Iar prietenul său mai tînăr cu o zi, Karl Schwarzschild, spunea : „Hertzsprung gîndește încontinuu — eu, numai cîteodată". În cinstea și memoria sa, un crater de pe fața opusă a Lunii îi poartă numele.

Relativitatea generală și Karl Schwarzschild (1873—1916)

Karl Schwarzschild s-a născut la 9 octombrie 1873, la Frankfurt pe Main. Studiază la universitățile din Strasbourg și München. La numai 16 ani, Karl publică prima sa lucrare științifică în domeniul astronomiei, despre determinarea orbitelor stelelor duble. Între anii 1896 și 1899 a lucrat la Observatorul din Viena, iar între 1899 și 1900 la Observatorul din München. Din 1901 pînă în 1909 este profesor la Universitatea din Göttingen, iar între 1909—1912 director al Observatorului. Din 1912 este profesor la Universitatea din Berlin.

În ciuda vieții scurte, K. Schwarzschild a avut preocupări multiple în domeniul astronomiei : în astrofizica teoretică se ocupă de atmosfere stelare și teoria structurii interne a stelelor (unde va fi urmat de fiul său) ; s-a ocupat și de astrofizică practică, de dinamica stelară și de teoria relativității. Între 1901 și 1909 s-a preocupat de fotometria fotografică de precizie. Aici se face cunoscut prin introducerea exponentului p în

legea interacțiunii a lui Bunsen și Roscoe, așa-numitul „coeficient al lui Schwarzschild". În domeniul practicii, inventează *caseta mobilă*, care permite obținerea unor imagini nepunctiforme ale stelelor, a căror măsurare se face cu mai mare precizie. Între anii 1910—1912 realizează un catalog de mărimi stelare precise a 3 500 stele. În anul 1907 propune legea distribuției elipsoidale a vitezelor stelelor din Galaxie, respingînd teoria curentelor stelare, propusă de astronomul olandez Jakobus Cornelius Kapteyn (1851—1922). În anul 1906 introduce concepția echilibrului radiativ al atmosferelor stelare, după care transferul de energie în atmosferă se realizează mai ales prin radiație decît prin convecție. Elaborează teoria matematică a transferului radiativ. Mai înainte încă, în 1899, descoperise că variațiile de temperatură ale cefeidelor coincid cu variațiile lor de temperatură. În anul 1911 el explică distribuția luminozității în coada Cometei Halley la trecerea ei din 1910, printr-un mecanism de fluorescență a moleculelor din coadă.

O însemnătate deosebită o au dezvoltările pe care Schwarzschild le face unor aspecte ale teoriei relativității generalizate a lui Einstein. După ce marele fizician a lansat celebrele ecuații ale cîmpului, K. Schwarzschild dă primele soluții în cazul simetriei sferice (1916). Pe baza acestor elegante soluții se pot calcula două consecințe ale teoriei: deplasarea periheliului planetelor, îndeosebi la planeta Mercur, și deviația razelor de lumină în cîmpul gravific al Soarelui. Analizînd configurația cîmpurilor în vecinătatea marilor mase gravifice, ajunge la concluzia existenței „razei gravitaționale" sau „raza lui Schwarzschild", sau încă „sfera lui S." și a unui „orizont S." și „singularitate S.". Toate acestea au o mare importanță în zilele de azi, în studiul așa-numitelor găuri negre.

Din nefericire, elanul creator al lui Karl Schwarzschild a fost brusc curmat de tifosul contractat pe front și moare la 11 mai 1916. A avut un fiu Martin, despre care vom vorbi într-un episod viitor. În cinstea și memoria sa, un crater situat pe partea opusă a Lunii îi poartă numele.

Piticele albe și Walter Sidney Adams (1876—1956)

Walter Sidney Adams s-a născut la 20 decembrie 1876 în Antiochia (actualmente Antakya, Turcia). În anul 1900 termină Universitatea din Chicago, iar între 1900 și 1901 studiază la Universitatea din München, avînd profesori pe Karl Schwarzschild și pe Hugo Zeeliger (1849—1924). Între anii 1901 și 1904 lucrează la Observatorul Yerkes, iar din 1904 pînă în 1944 la Observatorul Mount Wilson, din 1923 ca director al acestuia. Din 1917 este membru al Academiei Naționale de Științe. După pensionare a mai lucrat pînă la moarte la laboratorul solar al lui Hale de la Pasadena.

Preocupările lui Adams s-au îndreptat cu precădere spre spectroscopia stelară. Se afirmă chiar că la un moment dat se crease credința că Adams căuta perfecțiunea în tot ce întreprindea, și că cel mai adesea aceasta îi reușea. Între 1913 și 1916 efectuează un ciclu de lucrări, în parte în colaborare cu Ernst A. Kohlschütter (1870—1942), în care, dezvoltînd o idee a lui Hertzsprung, pune la punct o metodă de determinare a distanțelor stelelor cu ajutorul spectroscopiei, așa-numita metodă a „paralaxelor spectroscopice". Ei au observat că intensitățile unor linii de absorbție diferă în funcție de clasa de luminozitate a stelei, în cadrul aceleiași clase spectrale. Tot în această perioadă (1915), Adams, din cercetări spectrale asupra lui Sirius B, deduce că acesta este o stea extrem de densă, cu densitatea de ordinul a 40 000 g/cm ^{3}, deci este o pitică albă. Organizînd și conducînd o bună bucată de vreme lucrările Observatorului Mount Wilson, el a extins lucrările pentru determinarea vitezelor radiale, grație celor două telescoape excelente, de 60" și 100". Se măsoară și se clasifică vitezele radiale a peste 7 000 de stele și se clasifică încă cîteva mii de stele, determinîndu-li-se magnitudinile absolute.

În anul 1925, la rugămintea lui A. S. Eddington, întreprinde o grea lucrare, pentru determinarea deplasării spre roșu relativiste a liniilor spectrale din spectrul lui Sirius B, ca urmare a efectului relativist al dilatării timpului. Dar, după cum se spunea, nu era lucrare de care să se apuce Adams fără a o termina în mod per-

fect pînă la urmă... El mai descoperă un mare număr de stele duble spectroscopice. Studiază spectrele la multe stele variabile și nove. Cercetează în detaliu spectrul stelei Alfa Orionis sau Betelgeuse, între anii 1937—1956, descoperind o anvelopă și o activitate intensă în atmosfera inferioară a acestei supergigante reci.

Adams a acordat multă atenție și studiului Soarelui. El determină viteza de rotație prin metoda spectroscopică, în funcție de latitudinea heliografică — ceea ce mai făcuse și Belopolski la vremea sa. Studiază spectrele petelor solare. Între 1927 și 1928, împreună cu H. N. Russell, recalibrează scala intensității liniilor spectrale din spectrul solar, alcătuită inițial de Henry Augustus Rowland (1848—1901).

Între 1925 și 1934, W. S. Adams, împreună cu Theodore Dunham și Charles St. John, măsoară cantitatea vaporilor de apă și de oxigen din atmosfera lui Marte și găsește bioxid de carbon în atmosfera lui Venus. A descoperit linii ale elementelor grele, în special ale fierului, printre liniile interstelare de absorbție în spectrele stelelor fierbinți și a afirmat existența acestor elemente în norii interstelari — o dezvoltare a descoperirii făcute de Hartmann la începutul secolului. A fost membru al mai multor academii și societăți. A primit medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1917), Medalia Draper a Academiei de Științe a S.U.A., (1918), Medalia Jannsen a Societății Astronomice a Franței (1926), Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1928) și Medalia Janssen a Academiei de Științe din Paris (1935). A murit la 11 mai 1956. În cinstea sa, ca și a celorlalți amintiți înainte, un crater pe Marte și un altul pe Lună, îi poartă numele.

Diagrama H-R și Henry Norris Russell (1877—1957)

Cel care împarte cu Hertzsprung onoarea de a fi creat această minunată armă în mîna astrofizicienilor — diagrama H-R, Henry Norris Russell, s-a născut la 25 octombrie 1877, la New York. După ce a absolvit, în anul 1897, Universitatea la Princeton, continuă studiul la aceeași universitate, apoi la Cambridge (M. Brităție). Între 1905 și 1947 a lucrat la Universitatea din Princeton, din anul 1911 ca profesor și membru al Academiei Naționale de Științe, iar din 1912 și ca director al Observatorului. Între anii 1922 și 1942 este și colaborator al Observatorului Mount Wilson. Între 1947 și 1952 este colaborator al Observatorului Harvard. A avut contribuții remarcabile în mai multe ramuri ale astrofizicii.

După cum am văzut anterior, între anii 1910—1913, simultan și independent de E. Hertzsprung, ajunge la concluzia că magnitudinile absolute ale stelelor sînt corelate cu clasele spectrale. În anul 1913 construiește prima diagramă care va deveni apoi celebră. Între 1913 și 1914, pe baza acestei diagrame formulează o concepție a evoluției stelare, după care principala sursă de energie a stelelor provine din contractarea lor gravitațională. Secvența evolutivă este oarecum asemănătoare cu aceea imaginată de Lockyer, de la gigantele roșii, pe ramura gigantelor spre stelele de clasa spectrală A și B, apoi în jos, de-a lungul secvenței principale spre piticele roșii. Este unul din primii care aplică teoria lui Saha (v. mai departe) asupra ionizării materiei stelare la studiul atmosferelor stelare. În anul 1929 face prima analiză, e drept semicantitativă, a compoziției chimice a Soarelui, găsind o mare predominare a hidrogenului asupra tuturor celorlalte elemente.

Împreună cu W. S. Adams, H. N. Russell realizează prima apreciere sigură a abundenței elementelor chimice în Univers. În 1933 face o analiză teoretică amănunțită a liniilor Fraunhofer, cu considerarea variației coeficientului de absorbție cu lungimea de undă și alcătuiește tabele extinse ale ionizării și excitării atomilor. În 1934 analizează pentru prima dată în detaliu echilibrul disociației compușilor chimici din atmosferele stelelor reci și explică calitativ cîteva din particularitățile spectrelor lor.

Russell s-a ocupat și cu studiul stelelor duble cu eclipsă. În anul 1912 elaborează teoria generală a acestor stele, care permite ca din curba de lumină să se determine elementele orbitelor și a componentelor cuplului cînd se cunoaște paralaxa. În anul 1928 dezvoltă teoria

rotației liniei apsidelor la variabilele cu eclipsă. Are contribuții și în studiul teoretic al spectrelor, de numele său fiind legat așa-numitul „cuplaj Russell-Saunders", mai cunoscut sub denumirea de „cuplaj normal" sau încă „cuplaj spin-orbită".

H. N. Russell a fost membru al multor academii și societăți științifice. Între 1931—32 a fost președinte al Societății Americane de Filozofie, din 1933 președinte al Asociației Americane a colaboratorilor pentru dezvoltarea științei, iar între 1934—37 președinte al Asociației Americane de Astronomie. A primit medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1921), Medalia Draper a Academiei de Științe a S.U.A. (1922), Medalia Lalande (1922) și Janssen (1936) a Academiei de Științe din Paris, Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1925), Medalia Rumford a Academiei Americane de Arte și Științe (1925) și Medalia Franklin (1934). A decedat la 18 februarie 1957. În cinstea și memoria sa, cîte un crater de pe Lună și de pe Marte îi poartă numele.

Cosmogonia modernă și James Hopwood Jeans (1877—1946)

James Hopwood Jeans s-a născut la Ormskirch (după unele surse la Londra), în apropiere de Londra, la 11 septembrie 1877. În anul 1900 termină studiile universitare la Trinity College din Cambridge, unde va preda matematica între anii 1901 și 1905. În anul 1906 devine membru al Societății Regale din Londra. Între 1905 și 1909 predă matematica aplicată la Universitatea Princeton din S.U.A. Între 1910 și 1912 predă din nou matematica la Cambridge. În anul 1912 întrerupe activitatea didactică pentru a se consacra cercetării științifice. În anul 1914 îl găsim ocupîndu-se în mod special de teoria cinetică a gazelor și de teoria radiației termice. Este celebră formula Rayleigh-Jeans, care a fost însă înlocuită de relația mai exactă a lui Planck, deoarece aceasta ținea cont de cuantificarea radiației. Între anii 1914—1916 studiază figurile de echilibru ale unor mase lichide în rotație. Ajunge astfel la teoria formării stelelor duble, prin divizarea în două a unei stele animate de o rapidă rotație axială.

J. H. Jeans abordează și cosmogonia planetară, în care se arată a fi un adversar al teoriei clasice Kant-Laplace. După Jeans, planetele s-au format dintr-un „trabuc" de materie, care s-a desprins de Soare sub acțiunea forțelor de maree produse de trecerea prin apropiere a unei alte stele. În afară de mica probabilitate a unui astfel de eveniment, care făcea din sistemul nostru solar o raritate, chiar în vremea cînd scara lungă (în trilioane de ani) a Universului mai era în discuție, teoria lui Jeans, care dezvolta de fapt ideile cosmogoniei planetezimale ale lui Forest Rey Moulton (1872—1952) și Thomas Crowder Chamberlain (1843—1928), întîmpina dificultăți și din punct de vedere mecanic, pentru care a fost aspru criticată de H. N. Russell, de Nicolai Nicolaevici Pariiski, de Willem J. Luyten și de Lyman Spitzer. Totuși, în anii '20 ai acestui secol, teoria cosmogonică a lui Jeans a fost în vogă, pentru care Jeans primește Medalia J. C. Adams, în anul 1919.

James H. Jeans a consacrat o serie de lucrări structurii interne a stelelor și a evoluției lor. Dar, deoarece premisele sale s-au dovedit eronate, teoria sa nu a putut să se mențină, ca și teoriile mai vechi ale lui James Homer Lane (1819—1890), N. J. Lockyer, H. N. Russell și ale altora.

După Jeans nimeni nu se mai încumetă să atace cosmogonia planetară, pînă ce, datorită progreselor făcute de cosmogonia stelară, se poate spune că o dată cu lucrările lui von Weizsäcker, Kuiper, Urey, Fesenkov, Schmidt, Whipple și alții, a început cosmogonia modernă.

După anul 1928, James Jeans se consacră popularizării astronomiei. El a scris cîteva cărți care au devenit celebre : *Universul din jurul nostru* (1929), *Tainicul Univers* (1930), *Stelele și soarta lor*. Între anii 1925 și 1927 a fost președinte al Societății Regale de Astronomie din Londra. Primește medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1922) și Medalia Franklin a Institutului Franklin (1931). Moare la 17 septembrie 1946. În cinstea și memoria sa, cîte un crater de pe Marte și de pe Lună îi poartă numele.

Structura internă a stelelor și Arthur Stanley Eddington (1882—1944)

Arthur Stanley Eddington s-a născut la Kendal, la 28 decembrie 1882. Între anii 1898 și 1902 studiază la Colegiul Owens, în prezent Universitatea din Manchester. În anul 1905 termină studiile la Trinity College din Cambridge și între 1906 și 1913 lucrează ca asistent la Observatorul Greenwich. Din 1913 pînă în 1944 a fost profesor de astronomie, iar din 1914 director al Observatorului din Cambridge și membru al Societății Regale din Londra.

Între 1906 și 1914 se ocupă de problemele mișcării stelelor și a distribuției lor (cinematică și statică stelară). Ajunge la concluzia existenței a două curente stelare. Studiază distribuția în spațiu a stelelor de diferite clase spectrale, a nebuloaselor planetare și a nebuloaselor amorfe. A descoperit și unele roiuri stelare. Rezultatele acestei cercetări le publică în cartea *Mișcările stelelor și structura Universului*, apărută în anul 1914. Apoi începe seria lucrărilor consacrate structurii interne a stelelor. Aici el face presupunerea, la fel ca și Karl Schwarzschild, că transportul energiei în regiunile interioare ale stelei se face mai mult datorită radiației decît convecției. Calculează un *model* de stea, cunoscut sub denumirea de „modelul lui Eddington".

În anul 1924, A. S. Eddington dă o interpretare teoretică relației „masă-luminozitate" și dă legea dependenței dintre masa stelei, temperatura, luminozitatea și presiunea radiației. Găsește o limită pentru masa stelelor — în jur de 60—100 mase solare, peste care stelele devin instabile. Este primul care presupune că materia stelară este total ionizată, ceea ce permite să fie examinată ca un gaz ideal — ceea ce a și făcut. Ajunge astfel la concluzia că densitatea lui Sirius B este de 50 000 g/cm ^{3}.

În anul 1926 îi apare a doua carte intitulată *Constituția internă a stelelor*. În anii 1918—1919 s-a ocupat de teoria variabilității cefeidelor. Respingînd presupunerea că ele ar fi stele duble, elaborează teoria pulsațiilor adiabatice. O mare atenție a acordat fizicii atmosferelor stelare. Dezvoltă teoria formării liniilor de absorbție, continuînd lucrările lui Arthur Schuster (1851—1934) și ale lui K. Schwarzschild. În 1926 arată că liniile fine staționare ale calciului din spectrele unor duble spectroscopice aparțin unor nori de calciu interstelar, independente de stelele respective, ceea ce presupusese și Hartmann la începutul secolului. Elaborează o metodă de determinare a distanțelor pînă la stele pe baza intensității liniilor interstelare de absorbție din spectrul lor.

Arthur Eddington

O atenție deosebită a acordat Eddington teoriei generale a relativității. În anul 1919 este printre primii care participă la confirmarea devierii razelor de lumină în cîmpul gravitațional al Soarelui, în timpul unei eclipse totale de Soare. El dezvoltă și o serie de aspecte teoretice ale teoriei generale a relativității. După cu-

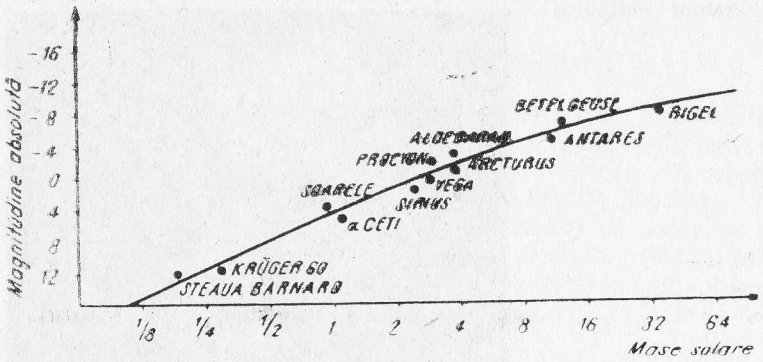


Diagrama masă-luminozitate

vintele lui Einstein însuși, „Eddington a fost cel mai bun interpret al teoriei relativității generalizate". În ultima parte a vieții a lucrat mult, ca și Einstein de altfel, la îmbunătățirea acestei teorii. Ajunge astfel la aspecte cosmologice și la teoria numerelor mari, unde se întîlnește cu concepțiile fizicianului Paul Adrien Maurice Dirac, laureat al Premiului Nobel.

Pentru meritele sale, între anii 1921 și 1923 A. S. Eddington a fost președinte al Societății Regale de Astronomie din Londra, iar între anii 1930—1933 președinte al Societății de Fizică din Londra. Între anii 1938 și 1944 este mai bine de două mandate — fapt unic — președinte al Uniunii Astronomice Internaționale. A fost decorat cu medalia regală a Societății Regale din Londra (1928).

Societatea Regală de Astronomie din Londra acordă anual medalia Eddington pentru lucrări de astrofizică. Eddington a murit la 22 noiembrie 1944, în plin mandat de președinte al U.A.I. În cinstea și memoria sa un crater lunar îi poartă numele.

Materia interplanetară și Vasili Grigorievici Fesenkov (1889—1972)

Astronomul Vasili Grigorievici Fesenkov s-a născut în Novocerkessk, la 13 ianuarie 1889. Este pasionat de astronomie încă din liceu. În anul 1911 termină studiile

universitare la Harkov, iar între 1912 și 1914, efectuează un stagiu de perfecționare în Franța, la observatoarele din Paris și Nisa. Între 1915 și 1920 predă la Universitatea din Harkov, apoi la Institutul politehnic și, pedagogic din orașul natal. În anul 1923 îl găsim la Moscova, organizînd Institutul de Astrofizică, pe care îl va conduce pînă în anul 1930. După aceasta începe să lucreze la Universitatea din Moscova și la Institutul Astronomic „P. K. Sternberg", din 1933 ca profesor, iar între 1936—39 ca director al acestuia. Din 1935 este membru al Academiei de Științe a U.R.S.S. În anul 1942 îl găsim organizînd Institutul de Astronomie și Fizică al filialei din Kazahstan a Academiei U.R.S.S. A participat la mai multe expediții pentru observarea eclipselor de Soare (1914, 1927, 1936, 1941), cît și pentru observarea luminii zodiacale în perioada 1941—1957.

Gama intereselor științifice ale lui Fesenkov a fost foarte largă. Cele peste 600 de lucrări științifice abordează subiecte din domeniul mecanicii cerești, fotometriei, fizicii Soarelui, stelelor și planetelor, Lunii și nebuloaselor, astronomiei stelare, opticii atmosferice, structurii atmosferei, luminii zodiacale și luminii antisolare, luminozității cerului nocturn, meteoriticii, cosmogoniei, istoriei astronomiei, construcției de instrumente. Este considerat unul din întemeietorii astrofizicii în U.R.S.S. În tinerețe, prin 1914, execută lucrări de fotometrie a luminii zodiacale cu ajutorul unui fotometru de construcție proprie și trage concluzii asupra distribuției prafului interplanetar. Arată că materia meteorică, cea care produce lumina zodiacală, este un rezultat al dezagregării cometelor și asteroizilor. În fotometria stelară a realizat un catalog cu mărimi stelare și indici de culoare la 1 290 de stele, pînă la mărimea stelară 9. În anul 1940 găsește o relație statistică între echivalentul de culoare și latitudinea galactică și clasa spectrală a stelelor.

Între anii 1919 și 1922 V. G. Fesenkov se ocupă de cosmogonia planetară. După el, planetele s-au format o dată cu Soarele, din aceeași nebuloasă primară. Cu această ocazie a abordat și problema pasionantă a formării materiei organice în Univers. Ajunge la concluzia imposibilității existenței unor forme superioare de viață

pe Marte și alte planete din sistemul nostru solar. În anul 1914 descoperă o relație între gradul de polarizare al luminii coroanei solare și unghiul de poziție. În anul 1935 dezvoltă o metodă de determinare a absorbției luminii în nebuloasele obscure.

V. G. Fesenkov descoperă lănțișoarele de stele în nebuloasele filamentoase prin fotografierea cerului cu noul astrograf cu menisc construit de opticianul sovietic Dmitri Dmitrievici Maksutov (1896—1964), cărora le dă o interpretare cosmogonică — împreună cu D. A. Rojkovski (1952). Apreciază masa totală a materiei pulverulente din Galaxie la 10^8 mase solare. Prin metode polarimetrice determină o limită superioară a densității atmosferei lunare. Determină și conductibilitatea termică a solului lunar. În 1944 dezvoltă teoria distribuției luminozității pe discul planetei Marte. Dezvoltă o metodă de determinare a absorbției în atmosfera lui Jupiter. Determină deplasarea Soarelui din studiul vitezelor radiale a 2 666 stele și a vitezelor totale a 1 150 stele. Peste 100 de lucrări a consacrat Fesenkov studiului meteoriților și materiei meteoritice circumsolare. Multe lucrări au tratat căderea obiectului de la Tunguska, la 30 iunie 1908, pe care Fesenkov îl consideră a fi nucleul unei mici comete, și căderea meteoritului de la Sihote Alinsk (1947). Între anii 1924 și 1964 a fost redactorul șef al revistei „Astromiceskii jurnal", iar în anii 1936—37 a fost președintele Consiliului Astronomic al Academiei de Științe a U.R.S.S.

V. G. Fesenkov a murit la 12 martie 1972. În cinstea și memoria sa cîte un crater pe Lună și pe Marte îi poartă numele.

Expansiunea Universului și Edwin Powell Hubble (1889—1953)

Celebrul astronom american Edwin Powell Hubble s-a născut în orășelul Marshfield, din statul Missouri, S.U.A., la 20 noiembrie 1889. Încă din tinerețe s-a simțit atras de astronomie, dar studiază dreptul la Universitatea din Chicago, absolvind în anul 1910. Încă doi ani mai studiază jurisprudența la Oxford în Marea Britanie și apoi un timp lucrează ca avocat în Louisville, statul

Kentucky. Dar interesul pentru astronomie revine și îl găsim pe Hubble lucrînd, în anul 1914, la Observatorul Yerkes. După cum se spune, el afirma că, chiar de ar fi să ajungă astronom de mîna a doua sau a treia, numai astronomia prezintă importanță.

În anul 1917, Hubble își susține teza de doctorat cu tema „Cercetări fotografice ale nebuloaselor slabe". După doi ani de război mondial în Europa, îl regăsim în anul 1919 lucrînd la Observatorul Mount Wilson.

Principalele lucrări ale lui Hubble sînt consacrate astronomiei extragalactice. Între anii 1923—24 realizează cu reflectorul Hooker de 100" fotografii ale nebuloasei M31, pe care identifică stele, dintre care 36 variabile, 12 din ele fiind cefeide, ceea ce îi permite lui Hubble o determinare a distanței pînă la această galaxie, cu ajutorul relației perioadă-luminozitate. El găsește pentru M31, atunci, valoarea de 900 000 ani lumină ; în prezent valoarea acceptată fiind de circa 2 milioane de ani lumină. În anul 1925 propune o clasificare a galaxiilor, așa-numite „clasificare diapazon a lui Hubble". La galaxiile mai apropiate identifică cefeide și stele noi, ceea ce îi permite să stabilească distanțele pînă la ele.

Dar cea mai mare descoperire a lui Hubble este legea care-i poartă numele. Încă din anii 1912—1913 Vesto Melvin Slipher (1875—1969), care a lucrat la Observatorul Lowell din Flagstaff, a descoperit în spectrele nebuloaselor spirale extragalactice o deplasare a liniilor în spectru, care de cele mai multe ori era spre roșu, celebrul „red shift". Interpretat ca efect Doppler-Fizeau, însemna că galaxiile respective se îndepărtează de noi. Hubble lucrînd la Mount Wilson, împreună cu Milton Humason, și folosind reflectoare mult mai puternice decît instrumentele de care dispunea Slipher, continuă cercetarea, afundîndu-se tot mai mult în spațiu. Și el constată un lucru uimitor : cu cît obiectele cercetate sînt mai îndepărtate, cu atît mai mari erau deplasările spre roșu ale liniilor spectrale din spectrele lor. Deci, cu atît mai mari erau vitezele lor de recesie (îndepărtare). În anul 1929 Hubble publică legea care-i poartă numele și care are o formă foarte simplă : $cz = v = Hd$ sau în cuvinte, viteza de îndepărtare v este proporțională cu distanța

C-da 152 coala 9

d, H fiind o constantă, numită constanta lui Hubble. În formulă mai apar două litere, c, fiind viteza luminii, iar z deplasarea spre roșu. În primele sale cercetări, Hubble a adoptat pentru constanta H valoarea de 540 km/s/Mps, adică viteza crește cu 540 km/s cînd distanța crește cu un Mps (megaparsec = 10^6 parseci). Această descoperire a făcut senzație.

În cosmologie, adică în acea parte de sinteză a astronomiei care se ocupă de Univers ca un întreg, tocmai se discutau modelele de Univers nestaționare. Încă din 1922 matematicianul Alexandr Alexandrovici Friedman (1888—1925), care s-a ocupat mai mult de meteorologie, a găsit unele soluții nestaționare pentru ecuațiile cîmpului gravific din teoria relativității generalizate (TRG). Iar în Italia, astronomul belgian Georges Lemaître (1894—1966) publică, în anul 1927, o interpretare a deplasării spre roșu: Universul este în expansiune în urma unei explozii a unui „atom" primordial. Calculîndu-se timpul care a trecut din acest moment (care mai tîrziu a fost denumit „big-bang") se găseau însă numai 2 miliarde de ani, ceea ce era în contradicție cu vîrstele unor stele, ce erau apreciate la 5—10 miliarde de ani. Albert Einstein, comentînd această situație se îndoia mai degrabă de vîrstele lungi ale stelelor, stabilite prin considerente de astrofizică și astronomie stelară, decît de vîrsta scurtă a Universului. Au venit însă și determinările vîrstei scoarței terestre prin metodele radioactive, indicînd o vîrstă de peste două ori mai mare decît vîrsta Universului și nimic nu a mai putut fi invocat împotriva metodelor astrofizicii... Adevărul era că vîrsta scurtă a fost eronată, dar nu din cauza ecuațiilor TRG, ci din aprecierea eronată a constantei lui Hubble. Vom vedea în episodul următor, consacrat lui Baade, cum s-a remediat acest lucru.

Hubble s-a mai ocupat și cu studiul obiectelor din Galaxie. Astfel, el studiază nebuloasele galactice, difuze și planetare, căutînd un mecanism care să explice luminozitatea lor. A mai depus un efort considerabil pentru instalarea marelui reflector de 200", cu care însă nu a avut mult timp să lucreze. A fost membru la mai multe societăți și academii științifice. Este decorat cu Medalia Barnard (1935) și Medalia Bruce a Societății

Astronomice a Pacificului (1938), cu Medalia Franklin (1939) și cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1940). A murit la 28 septembrie 1953, la Pasadena, California. În cinstea și memoria sa un crater lunar îi poartă numele.

Scara distanțelor extragalactice și Walter Baade (1893—1960)

Astronomul german Wilhelm Henrich Walter Baade s-a născut în localitatea Schröttinghausen din Westfalia, la 24 martie 1893. În anul 1919 termină studiile la Universitatea din Göttingen și timp de 11 ani lucrează la Observatorul Bergedorf al Universității din Hamburg. În această perioadă s-a interesat de corpurile din sistemul solar. În anul 1920 descoperă asteroidul Hidalgo, care se deplasează pe o orbită foarte alungită, depărtîndu-se foarte mult de Soare, iar în anul 1949, în cu totul altă parte, descoperă asteroidul Icar, care se apropie foarte mult de Soare, mai aproape ca planeta Mercur. În anul 1923 a descoperit o nouă cometă, iar în 1927, împreună cu celebrul fizician Wolfgang Pauli (1900—1958) publică o lucrare consacrată formei cozilor cometare. Din anul 1928 este privat docent la Universitatea din Hamburg.

În anul 1931 Baade pleacă în Statele Unite, unde va lucra pînă în anul 1958. Acolo el va avea la dispoziție telescoapele cele mai mari din lume, de la Observatorul Mount Wilson, iar apoi și de la Mount Palomar.

În primii ani ai activității sale în Statele Unite ale Americii, Baade elaborează concepția sa asupra celor două populații de stele. După această concepție stelele se împart în populația de tip I și populația de tip II. În prima categorie intră stelele din planul Galaxiei, din brațele spiralelor, abundente în sisteme binare și înconjurate de multă materie interstelară gazoasă și pulverulentă. Se consideră a fi stele tinere. Populația de tip II conține stelele din nucleul Galaxiei și din roiurile globulare. Au mișcări rapide și în general se consideră a fi aștri vechi. Această clasificare, care a fost îmbunătățită de mai multe ori — a se vedea episodul con-

sacrat lui Kukarkin — are o mare importanță pentru evoluția stelelor și cosmogonia stelară în general.

În anul 1952 determină mărimile stelare absolute ale stelelor cele mai strălucitoare din populația de tip II din nebuloasa M31 și ajunge la concluzia că distanțele trebuie să fie aproximativ dublate, din care cauză constanta *H* a lui Hubble se reduce aproape la jumătate, căpătînd valoarea de 290 km/s/Mps. Această revizuire a scalei distanțelor extragalactice a fost necesară deoarece cefeidele cu care se determinau distanțele pînă la cele mai apropiate galaxii s-au dovedit a fi de două tipuri diferite, cu relații perioadă-luminozitate diferite.

După Baade, o revizuire în continuare a scalei distanțelor extragalactice a efectuat elevul lui Hubble, Allan Rex Sandage, de la Mount Palomar. Sandage ajunge la concluzia că modulul de distanță *m-M* pentru roiul de galaxii din constelația Fecioara, în vechea scală a distanțelor a fost micșorat cu 4 magnitudini, și că nu este 26,7, cum găsise Hubble, ci 30,7. Acest rezultat, care confirmă o lucrare a lui William A. Baum din 1955, reduce constanta lui Hubble și mai mult, ea ajungînd la circa 100 km/s/Mps. Cu timpul, noi cercetări ale lui Sandage au dus la o nouă micșorare a constantei *H*, care a ajuns pînă la 50 km/s/Mps, dar cercetări mai recente ale lui Gerard de Vaucouleurs au indicat din nou ca cea mai probabilă valoare de 100 km/s/Mps. Această revizuire a scalei distanțelor extragalactice are o mare importanță pentru cosmologie. Se observă că cu noile valori diminuate pentru *H* dispare discrepanța dintre „vîrsta Universului" și vîrsta stelelor bătrîne.

Walter Baade s-a ocupat și cu studiul stelelor care explodează. El arată că stelele noi observate de Tycho Brahe în 1572 și de Kepler în 1604 erau de fapt *supernove*, un fel de nove mult mai puternice, care la maximum întrec în strălucire de milioane de ori Soarele nostru, egalînd în luminozitate uneori o galaxie întreagă. Împreună cu F. Zwicky a presupus, pentru prima oară, că în urma exploziilor de supernovă se pot forma stelele neutronice (1934). Împreună cu Rudolph Leo Minkowski (1895—1976) identifică unele surse discrete

de radiounde cu rămășițele exploziei unor supernove, printre care un loc aparte îl ocupă celebra nebuloasă Crabul (M1) din constelația Taurul.

Walter Baade a fost membru al mai multor academii științifice. A fost decorat cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1954) și cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1955). În anul 1958 se întoarce în R.F. Germania unde lucrează la Universitatea din Göttingen. A murit la 25 iunie 1960. În cinstea și memoria sa, un crater lunar îi poartă numele.

Ionizarea materiei stelare și Megh Nad Saha (1893—1956)

Astrofizicianul indian Megh Nad Saha s-a născut în Dacca, la 6 octombrie 1893. Termină studiile la Universitatea din Calcutta, unde din anul 1921 va fi profesor. Între 1923 și 1933 este profesor la Universitatea din Allahabad, iar din 1933 din nou la Calcutta. Este fondator și director al Institutului de fizică din Calcutta. Principalele sale lucrări sînt consacrate termodinamicii, mecanicii statistice, fizicii nucleare și radiofizicii. Pentru astronomie cea mai mare importanță o au lucrările din perioada 1920—1921, în care elaborează teoria ionizării gazelor. Aplicată la radiația atmosferelor stelare și a nebuloaselor, ea este una din teoriile fundamentale ale astrofizicii. După această teorie, ionizarea atomilor din atmosferele stelare depinde de temperatură și de presiune.

În multe privințe lucrările lui Saha sînt inspirate de cercetările de pionierat ale lui Lockyer, care descoperise deosebirea dintre spectrele de arc și de scînteie ale diferitelor elemente. Aici se mai cuvin menționate două triumfuri ale teoriei ionizării. Încă din anul 1864, William Huggins a descoperit în spectrele nebuloaselor două linii intense în regiunea albastră a spectrului, cu lungimile de undă de 495,9 și respectiv 500,7 nm (nanometri). Deoarece aceste linii nu apăreau în spectrele elementelor studiate în laborator, s-a crezut că ele aparțin unui element încă necunoscut, existent în

nebuloase, din care cauză a primit denumirea de „nebulium".

O situație asemănătoare s-a creat cînd, în anul 1869, cu ocazia eclipsei totale de Soare din 7 august, Charles Augustus Young (1834—1908) a descoperit o linie verde în spectrul coroanei solare, cu lungimea de undă de 530,3 nm. Deoarece nici această linie nu apărea în spectrele de laborator terestre ale elementelor cunoscute, s-a presupus că aparține unui element nou din coroana solară și denumit „coroniu". Anii trecînd și aceste elemente nefiind identificate și pe Pămînt, așa cum se întîmplase cu heliul, misterul lor devenea tot mai pasionant. O interpretare corectă a acestor date de observație a devenit posibilă abia după elaborarea de către Saha a teoriei ionizării materiei stelare. Taina liniilor nebuliului a fost lămurită abia în anul 1927 de astronomul american Ira Sprague Bowen (1898—1973), care identifică cele două linii N_1 și N_2 ale „nebuliului" cu liniile *interzise* ale atomilor de oxigen de două ori ionizați (O_{III}), în tranziția de pe nivelul $^1D_2$ (metastabil) pe nivelul fundamental $^3P_1/_2$.

Misterul coroniului a mai rezistat pînă în anul 1943, cînd fizicianul suedez Bengt Edlén, dezvoltînd o idee din 1939 a astrofizicianului german Walter Robert Wilhelm Grotrian (1890—1954), arată că linia verde cu lungimea de undă de 530,3 nm aparține fierului *de 13 ori ionizat!* (Fe_{XIV}), echivalentă din punct de vedere spectroscopic cu o linie a aluminiului neutru. Pentru realizarea unui așa de înalt grad de ionizare este necesară o energie de 390 eV, ceea ce a constituit un argument în favoarea ipotezei despre marea temperatură a coroanei solare.

Saha a mai avut contribuții în dezvoltarea diferitelor proiecte ale noilor așezăminte astronomice din India și la realizarea unui calendar național. A murit la 16 februarie 1956. În cinstea și memoria sa, un crater situat pe fața opusă a Lunii îi poartă numele.

Astronomia indiană se mai face cunoscută prin două nume celebre: Subramanyan Chandrasekhar,[1] ilustrul

[1] S. Chandrasekhar a primit Premiul Nobel pentru fizică, în 1983, împreună cu W. Fowler.

astrofizician care a lucrat mai mult în Statele Unite și M. K. Vainu Bappu, directorul Observatorului Astrofizic de la Kodaikanal, fost președinte al Uniunii Astronomice Internaționale.

Coronograful solar și Bernard Lyot (1897—1952)

Astronomul francez Ferdinand Bernard Lyot s-a născut la Paris, la 27 februarie 1897. În anul 1917 termină studiile la Școala Superioară Electrotehnică, iar între 1917 și 1928 lucrează la Școala Politehnică sub îndrumarea celebrilor fizicieni Fabry și Perot (inventatorii interferometrului cu același nume). Din anul 1920 lucrează și la Observatorul Meudon, în apropiere de Paris. Din anul 1939 este membru al Academiei de Științe din Paris.

Spre deosebire de majoritatea marilor astronomi ai secolului nostru, care și-au îndreptat atenția asupra Universului sideral, Lyot își consacră toată activitatea cercetării corpurilor din sistemul nostru solar. Între 1921 și 1929 execută o lungă serie de măsurări polarimetrice, în scopul determinării caracteristicilor fizice ale suprafețelor lor sau ale atmosferelor respective. Ajunge la concluzia că Luna, Mercur și Marte se aseamănă cu rocile vulcanice terestre în modul cum polarizează lumina solară incidentă. Descoperă variabilitatea polarizării lui Saturn. Toate aceste măsurători le-a făcut cu un polariscop conceput și construit de el însuși. În anul 1932 realizează și un polarimetru fotografic, cu care studiază polarizarea asteroizilor mai strălucitori. S-a ocupat mult și cu studiul direct al suprafețelor planetare, realizînd chiar desene ale petelor de pe unii sateliți mai mari (Titan). Studiază distribuția strălucirii pe inelele lui Saturn. Construiește un micrometru cu imagine dublă pentru măsurarea planetelor. Imaginează metoda de fotografiere compozită, în care, pentru obținerea unui pozitiv se proiectează cîteva negative succesive ale planetei la aceeași scară, în felul acesta micșorîndu-se mult efectul granulației negativului.

Cea mai cunoscută realizare a lui Lyot este coronograful pentru observarea coroanei solare. Atmosfera

superioară a Soarelui, numită coroana solară, nu se poate observa în afara eclipselor totale de Soare, din cauza atmosferei terestre iluminate direct de Soare. De aceea, Lyot concepe un instrument în care se produce o eclipsă totală de Soare, cu ajutorul unei Luni artificiale, situată pe axa optică a instrumentului. Construcţia este astfel concepută şi realizată încît să introducă cît mai puţină lumină difuză. Se mai folosesc filtre care lasă să treacă cu precădere lumina emisă de coroana solară. Cu asemenea instrumente, din locurile cu atmosfera curată se poate observa zilnic coroana solară, fie vizual, fie fotografic. Dacă atmosfera nu este suficient de pură, trebuie să ne mulţumim cu observarea protuberanţelor de la limbul solar.

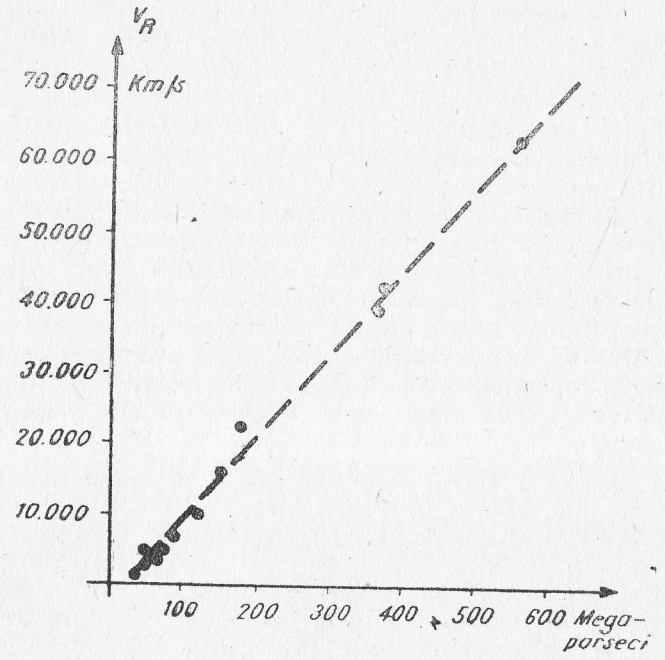
Lyot a mai imaginat şi un tip de filtru monocromatic interferenţial cu care se poate înlocui spectroheliosCopul (graful). Un asemenea filtru este în funcţiune şi la Observatorul din Bucureşti.

Pentru meritele sale, Lyot a fost decorat cu medalia de aur a Societăţii Regale de Astronomie din Londra (1939) şi cu Medalia Bruce a Societăţii Astronomice a Pacificului (1946). A murit într-un accident tragic la întoarcerea din Africa, unde observase eclipsa de Soare din 25 februarie, la 2 aprilie 1952. În cinstea şi memoria sa cîte un crater pe Lună şi pe Marte îi poartă numele.

Roiurile de galaxii şi Fritz Zwicky (1898—1974)

Astronomul elveţian Fritz Zwicky s-a născut la Varna, în Bulgaria, la 14 februarie 1898. În anul 1920 termină studiile la Institutul tehnologic din Zürich şi pînă în anul 1925 lucrează în acest institut. După aceasta îl găsim lucrînd la CALTECH în S.U.A. şi la observatoarele din apropiere — Mount Wilson şi Mount Palomar. Din anul 1942 este profesor de astrofizică, iar între anii 1943 şi 1961 este consultant ştiinţific al firmei „Aerojet General Corporation".

Principalele lucrări, Zwicky şi le consacră astronomiei extragalactice şi fizicii supernovelor. A descoperit şi descris zeci de mii de galaxii şi roiuri de galaxii, alcătuind un catalog fundamental de galaxii în



Verificarea extinderii legii lui Hubble. Punctele negre indică roiuri de galaxii

6 tomuri. Din cercetările sale a tras concluzia asupra existenţei absorbţiei intergalactice a luminii de materia existentă în aceste spaţii. El emite ideea existenţei materiei în afara graniţelor vizibile ale galaxiilor. Împreună cu S. Smith arată că teorema virialului nu este valabilă în cazul roiurilor de galaxii şi că energia dinamică a roiului pare mai mare dacă nu se ia în consideraţie existenţa unei materii „ascunse" în el. Aceste idei au o mare importanţă pentru cosmologie, unde densitatea medie a materiei poate determina caracterul închis sau deschis al Universului. Analizînd cazul roiurilor de galaxii, ajunge la concluzia imposibilităţii existenţei roiurilor de roiuri sau a superroiurilor, a căror existenţă era susţinută de Gerard de Vaucouleurs, din cauza vitezei finite de propagare a gravitaţiei.

Interesantă este și concepția lui Zwicky despre așanumitele „lentile gravitaționale". Zwicky a susținut posibilitatea existenței unor corpuri supradense, fie sub forma stelelor neutronice, rezultate în urma unor explozii de supernove (1934), fie sub forma unor galaxii compacte dar masive. Astfel de obiecte ar curba spațiul înconjurător în conformitate cu teoria generală a relativității. O asemenea galaxie situată în aceeași direcție cu o alta mai îndepărtată, ar putea juca rolul de lentilă gravitațională, focalizînd razele care vin de la galaxia mai îndepărtată. Zwicky dă indicații asupra modului cum trebuie să apară imagini și asupra modului de interpretare a lor. O confirmare a acestor idei au constituit-o descoperirea quasarilor, după cum descoperirea pulsarilor confirmă existența stelelor neutronice.

În anul 1934, împreună cu Baade, separă supernovele de novele obișnuite, iar în 1936 organizează un „serviciu al supernovelor" în celelalte galaxii, care s-a efectuat cu mici întreruperi în mai multe observatoare. Zwicky leagă de exploziile supernovelor o serie de surse de radiații cosmice. După el, frecvența de apariție a supernovelor este de una la 430 ani în fiecare galaxie. El imaginează o metodă de folosire a fotografiilor galaxiilor, prin suprapunerea negativului cu pozitivul aceleiași zone, dar în domenii spectrale diferite. Este autorul metodei morfologice a cercetării în astronomia extragalactică. De altfel, principala sa carte se și intitulează *Astronomie morfologică* (1957).

Zwicky este unul din puținii astronomi mari care nu consideră deplasarea spre roșu de natură dopplerianã, atribuind-o unui fel de „îmbătrînire a fotonului". Ocupîndu-se mult și cu cercetări în domeniul mișcării reactive — a scris cartea *Morfologia mișcării reactive* (1962) — are 50 de patente, în cea mai mare parte despre tehnica rachetelor. Din anul 1961 a fost președinte al Societății cercetărilor morfologice, al cărui fondator a și fost. În anul 1946, cu ajutorul rachetelor balistice V2, rămase în urma războiului, îl găsim realizînd experiențe cu „meteori artificiali", fiind deci autorul primelor experimente cu obiecte astronomice artificiale. A fost decorat cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1972). Moare la 8 februarie 1974. Interesant pare faptul că numele său nu este imortalizat pe Marte sau pe Lună...

Rotația Galaxiei și Jan Hendrik Oort (n. 1900)

Astronomul olandez Jan Hendrik Oort s-a născut la Franeker, la 28 aprilie 1900. Absolvent al universității din Groningen, între 1921 și 1922 lucrează în această universitate. Între 1922 și 1924 lucrează în S.U.A., iar între 1924 și 1970 la Observatorul din Leiden, din 1945 ca director și profesor la Universitatea din localitate. Între 1958 și 1961 a fost Președinte al U.A.I. Principalele sale lucrări sînt consacrate studiului structurii și dinamicii Galaxiei și unor probleme de cosmogonie. În anul 1927 pe baza unor cercetări statistice asupra vitezelor radiale și a mișcărilor proprii ale stelelor, confirmă în mod riguros ipoteza astronomului suedez Bertil Lindblad (1895—1965) asupra rotației Galaxiei în jurul centrului galactic. El arată că Galaxia nu se rotește ca un solid, zonele centrale avînd o viteză de rotație mai mare decît zonele marginale. Determină mărimea efectului acestei rotații diferențiate (constantele lui Oort) și viteza rotației galactice în regiunea Soarelui (220 km/s), precum și perioada rotației Soarelui în jurul centrului galactic (220 milioane de ani, care a fost denumit „anul cosmic").

Oort a studiat în detaliu și rolul materiei difuze în cinematica și dinamica Galaxiei. În anul 1932 determină pentru prima dată densitatea materiei interstelare, cu ajutorul componentei z a vitezelor stelare, perpendiculară pe planul Galaxiei și găsește o valoare de 10^{-24} g/cm^3. În anul 1938 arată că cea mai mare parte a absorbției din Galaxie se produce într-un strat cu o grosime de 200 parseci, de ambele părți ale planului galactic.

După apariția radioastronomiei, Oort este unul din cei mai activi radioastronomi care folosesc noua metodă de investigare în studierea structurii norilor de hidrogen care compun Galaxia. Pune în evidență structura spirală a Galaxiei noastre prin cercetările făcute asupra radioradiației cu lungimea de undă de 21 cm a

hidrogenului, a cărei existență a fost prevăzută de compatriotul său mai tînăr, van de Hulst (v. mai departe), în perioada 1954—1958.

În domeniul cosmogoniei, Oort s-a făcut cunoscut ca autor al unei ipoteze cu privire la originea cometelor. Pînă atunci fuseseră în concurență două concepții : una provenind de la Laplace, după care cometele ar proveni din spațiul interstelar, iar cealaltă, după Lagrange, după care cometele ar rezulta din erupții vulcanice produse pe planetele gigante. Dezvoltînd unele lucrări ale lui Ellis Strömgren (1870—1947) și ale lui Georg A. van Biesbroek (1880—1974) cu privire la orbitele inițiale ale cometelor, Oort ajunge la concluzia existenței unui nor de comete la o distanță de circa 150 000 unități astronomice de Soare, conținînd cam 100 miliarde de comete. Sub acțiunea perturbatoare a stelelor învecinate, unele din aceste comete sînt deviate spre zonele centrale ale sistemului solar și acolo, sub acțiunea planetelor gigante, pot fi trimise în vecinătatea Soarelui, unde își dezvoltă cozi și devin vizibile de pe Pămînt.

Împreună cu Lyman Spitzer a propus un mecanism de formare a protostelelor în norii interstelari, iar împreună cu C. van de Hulst a dezvoltat teoria formării particulelor de praf interstelar prin *acreția* gazului interstelar. A fost decorat cu medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1942) și cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1946).

Astrofizica modernă și Donald H. Menzel (1901—1976)

Astrofizicianul american Donald Howard Menzel s-a născut la Florence, statul Colorado (S.U.A.), la 11 aprilie 1901. În anul 1920 este absolvent al Universității din Denver, iar între 1924 și 1932 predă la universitățile din Indiana, Ohio și California. La Universitatea Princeton, împreună cu S. Dugan, se ocupă de fotometrarea binarelor cu eclipsă. Sub influența lui H. N. Russell, interesul lui Menzel se îndreaptă spre astrofizică. Între anii 1923—1924 Menzel lucrează la Observatorul Harvard, sub îndrumarea lui Harlow Shapley

(1885—1972), pregătindu-și lucrarea de doctorat consacrată comparării spectrelor observate ale stelelor seriei principale cu teoria ionizării a lui Fowler-Milne. În 1926 începe să lucreze la Observatorul Lick, unde abordează analiza spectrelor cromosferice. Rezultatele publicate în anul 1931 au devenit clasice. În același an 1931, împreună cu fizicianul R. T. Birge, prevede existența deuteriului, care va fi descoperit pe cale spectroscopică de H. C. Urey și colaboratorii. Din 1932 pînă la pensionare a lucrat la Universitatea Harvard, din 1938 ca profesor, iar între 1952 și 1966 ca director al observatorului astronomic. Din anul 1948 este membru al Academiei Naționale de Științe din S.U.A.

Principalele lucrări științifice Menzel și le axează pe studiul condițiilor fizice din atmosfera Soarelui, a stelelor și din nebuloasele gazoase. Studiază, de asemenea, distribuția elementelor pe corpurile cosmice și sursele de energie a stelelor. Se preocupă, de asemenea, cu fizica Lunii, a atmosferelor planetare, dar și cu probleme de astronomie extragalactică.

În anul 1935, Menzel și C. L. Pekeris calculează intensitățile teoretice ale liniilor spectrale ale atomului de hidrogen. În 1940 Menzel și Pekeris fac primele observații cu coronograful în America, întîi la Massachusetts, iar apoi în Colorado, pe locul viitorului observator solar de altitudine, de la Boulder. În aceeași perioadă, Menzel s-a ocupat cu cercetarea binarei fotometrice ε Aur, cu spectrele novelor și cu cercetări teoretice asupra intensității liniilor spectrale atomice.

D. H. Menzel a fost președinte al Societății Astronomice Americane și președinte al comisiilor U.A.I. pentru eclipsele de Soare (1948—1955) și Lună (1964—1967). Ca o dovadă a prețuirii contribuției lui Menzel la dezvoltarea acestor domenii ale astrofizicii, în anul 1951, cu ocazia împlinirii a 70 de ani și a pensionării sale, s-a organizat un simpozion în cinstea sa, intitulat „Simpozion Menzel asupra fizicii solare, a spectrelor atomice și a nebuloaselor gazoase", ale cărui lucrări s-au publicat de către Biroul Național de Standarde în același an.

Donald Menzel nu a fost însă numai un savant de o mare erudiție. El este cunoscut și printr-o dinamică și variată activitate de popularizator al științei. A scris numeroase cărți de popularizare de o mare valoare instructivă și științifică, dintre care menționăm *Soarele nostru* și *Curs elementar de propagarea radiounde-lor.*

Menzel a fost și unul din puținii oameni de știință de valoare care au luat atitudine fermă împotriva exagerărilor provocate de fenomenul semnalat sub numele de OZN. El a scris în acest sens mai multe cărți despre farfuriile zburătoare, în care explică științific o serie de fenomene care puteau fi interpretate de necunoscători ca veritabile OZN-uri. Deși în argumentația sa Menzel face uz de legile fizicii terestre, iar uneori și de un aparat matematic elementar, el a devenit ținta unor critici, cum este de exemplu și în cartea lui Fr. Edwards : *Farfuriile zburătoare o chestiune serioasă* (p. 28), carte care a apărut la noi în anul 1969. În ciuda acestor controverse, el a fost membru al mai multor academii și societăți științifice și doctor honoris causa al mai multor universități.

Seria alb-albastră și B. A. Vorontov-Veliaminov (n. 1904)

Astronomul sovietic Boris Aleksandrovici Vorontov-Veliaminov s-a născut la Dnepropetrovsk, la 1 februarie 1904. A absolvit universitatea la Moscova în anul 1925, dar încă din anul 1924 începe să lucreze la Institutul de Astrofizică, iar din 1931 la Institutul de Astronomie „P. K. Șternberg" din Moscova. Între anii 1941 și 1943 conduce sectorul de astrofizică al Institutului de astronomie și fizică al Academiei de Științe al R.S.S. Kazahe. Din 1947 este membru corespondent al Academiei de Științe Pedagogice din U.R.S.S.

Interesele științifice ale lui Vorontov-Veliaminov au fost multiple și variate. Este un exemplu de astronom care, folosind mijloace materiale modeste, a cheltuit multă stăruință și inteligență pentru rezolvarea unor probleme complexe. Deși ca profesionist avea la dispoziție instrumentele institutelor și observatoa-

relor la care a lucrat, Vorontov-Veliaminov este din acei astronomi care nu a ezitat să-și realizeze singur o parte din instrumentele de care avea nevoie și momentan nu le avea la dispoziție. Astfel îl găsim pe astronomul sovietic șlefuindu-și singur oglinzi de telescop destul de mari.

B. A. Vorontov-Veliaminov în principal a abordat probleme de astronomie galactică și extragalactică. În anul 1930 emite ideea rotației nucleelor cometare, pentru a explica oscilația cozii cometei din anul 1893. Se preocupă în continuare de fizica nucleelor cometare, analizînd unele cazuri particulare. În anul 1933 elaborează o metodă semiempirică pentru determinarea distanțelor pînă la nebuloasele planetare. De asemenea, se preocupă de metode de determinare a temperaturii nucleelor nebuloaselor planetare și elaborează o clasificare a formelor acestor nebuloase. Editează cîteva cataloage de nebuloase planetare, cît și un catalog al mărimilor stelare fotografice integrale pentru roiurile stelare globulare din Galaxie.

În anul 1946 arată că stelele albe și albastre de la gigante pînă la pitice, împreună cu stelele Wolf-Rayet, cu nucleele nebuloaselor planetare, cu novele și quasinovele formează în diagrama HR o serie verticală, în regiunea stelelor de mare temperatură, pe care o numește „seria alb-albastră". Inițial Vorontov-Veliaminov a atribuit acestei secvențe o natură evolutivă, fapt contrazis de lucrările ulterioare ale astronomului sovietic I. M. Kopîlov. După ce, în anul 1947, V. A. Ambarțumian (v. mai departe) lansează ideea despre *asociațiile stelare*, idee care a prins și a fost ulterior dezvoltată nu numai în Uniunea Sovietică, începînd din anul 1949 Vorontov-Veliaminov aduce acestei concepții o serie de critici în revista sovietică principală de astronomie — „Astronomiceskii jurnal", la care era redactor șef academicianul V. C. Fesenkov. Cu această ocazie Vorontov-Veliaminov lansează la rîndu-i ideea „coridoarelor de vizibilitate", prin care s-ar vedea așazisele asociații stelare, ce nu ar fi deci decît un efect de ecranare produs de materia opacă din Galaxie. Deși în anii '50 această controversă a produs o oarecare iritare, criticile lui Vorontov-Veliaminov fiind consi-

derate „foarte tăioase" și ducînd la „discreditarea însăși a ideii de asociație stelară", în prezent se subliniază efectul lor pozitiv, care a contribuit la eliminarea părților slabe sau eronate din argumentare, concepția asociațiilor stelare impunîndu-se în final definitiv.

Fiind pasionat mai mult se pare de astronomia extragalactică, dar nedispunînd de instrumente suficient de mari, Voronțov-Veliaminov intră în problemă, cum s-ar zice, pe ușa din spate. Fotografiază deci la scară mai mare anumite zone din marele atlas fotografic făcut la Mount Palomar, cu telescopul Schmidt de 48", pe care descoperă o serie de galaxii în interacțiune. În anul 1959 publică un catalog cu 355 asemenea obiecte. Continuînd această activitate elaborează o nouă clasificare morfologică a galaxiilor și publică un catalog în trei volume, cu 30 000 de galaxii de diverse tipuri după noua sa clasificare. Cartea sa *Astronomie extragalactică* apare în două ediții — 1972 și 1978. Aici mai trebuie menționată și cartea sa din tinerețe *Nove și nebuloase galactice* (1935), urmată de o nouă variantă sub titlul *Nebuloase gazoase și nove* (1948), ambele ajunse acum aproape rarități bibliografice.

B. A. Voronțov-Veliaminov, în afara activității științifice și didactice (este autorul unor manuale de astronomie pentru școli medii și institute pedagogice) a desfășurat o îndelungată și inspirată activitate de popularizare a astronomiei. Din multele sale lucrări citățm numai volumul *Eseuri despre Univers,* care a apărut în 8 ediții. S-a ocupat și cu istoria astronomiei. A fost decorat cu Premiul și Medalia „F. A. Bredihin" pentru descoperirea de noi obiecte astronomice.

Sistemul solar și Gerard Peter Kuiper (1905—1973)

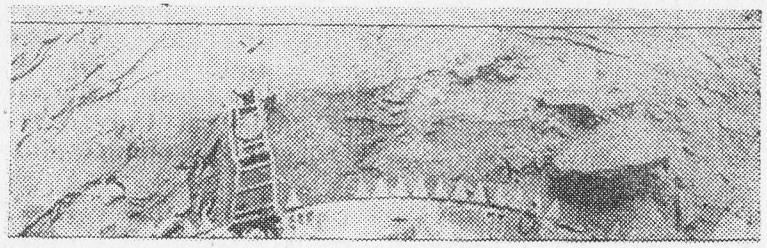
Gerard Peter Kuiper s-a născut în Harencarspel (Olanda), la 7 decembrie 1905. În anul 1927 termină studiile la Universitatea din Leiden și pînă în 1933 lucrează acolo sub îndrumarea lui E. Hertzsprung. Din anul 1933 lucrează în Statele Unite, la observatorul Lick (1933—1935), la Universitatea Harvard (1935—1936) și la Chicago (1936—1969, din 1943 ca profesor).

Între 1947 și 1949 este directorul Observatorului Yerkes, iar între 1957 și 1960 directorul Observatorului Mac Donald (Texas). Din anul 1950 este membru al Academiei Naționale de Științe din S.U.A. În anul 1960 organizează Laboratorul Luno-Planetar al Universității din Arizona, la Tucson, pe care îl va conduce pînă la moarte.

Interesele științifice ale lui Kuiper au fost variate, în fiecare din ele obținînd rezultate remarcabile. Primele sale lucrări sînt consacrate cercetării stelelor duble, vizuale, fotometrice și spectroscopice. Descoperă multe stele duble și pitice albe. Ajunge la concluzia că mai bine de jumătate din stelele din vecinătatea Soarelui sînt componente în sisteme duble sau multiple. În anul 1937 publică o diagramă spectru-luminozitate (HR) pentru stelele din roiurile galactice pe baza observațiilor lui Robert Julius Trumpler (1886—1956), pe care se compară cercetările teoretice ale lui Bengt Strömgren (n. 1908) asupra evoluției stelare. În anii 1938—1939 se ocupă de relația masă-luminozitate, pentru care găsește, printre altele, și expresia de forma $L = kM^4$. Elaborează modele pentru stele duble cu eclipsă, cum ar fi ε Aur și β Lyr.

G. P. Kuiper este primul care, vizitîndu-l acasă pe Reber (v. mai departe), își dă seama că a apărut o nouă ramură a astronomiei — radioastronomia. Cu astronomia planetară, de fapt, Kuiper s-a întîlnit ceva mai devreme. După ce Tombaugh (v. episodul următor) a descoperit mult așteptata planetă Pluto în anul 1930, Kuiper pe baza măsurărilor fotometrice de mare precizie găsește o variație periodică a strălucirii planetei, cu o perioadă de 6,3 zile, deosebit de mare pentru o planetă, mai ales că planetele gigante din acea zonă aveau perioadele de rotație axială sub o zi. Acestea îl fac pe Kuiper ca, independent de astronomul englez Raymond Arthur Lyttleton (n. 1915), să presupună prin anul 1936 că Pluto nu este o planetă adevărată, ci un fost satelit al lui Neptun care, dintr-o cauză necunoscută, ar fi reușit să evadeze. Alte contribuții ale lui Kuiper la această încă nedefinitivată enigmă vom examina în episodul următor.

C-da 152 coala 10



Solul venusian văzut de pe sonda sovietică Venus-14

În domeniul lumii planetare, Kuiper se mai face remarcat și prin descoperirea, pentru prima oară, a dioxidului de carbon în atmosfera planetei Marte. De asemenea, descoperă atmosfera satelitului Titan al lui Saturn și cristale de gheață în inelele lui Saturn. A descoperit pe Miranda, al cincilea satelit al lui Uranus (1948) și al doilea satelit al lui Neptun, denumit Nereida (1949).

În anii '50 Kuiper elaborează o ipoteză cosmogonică proprie, în care protoplanetele s-au format în procesul general al evoluției nebuloasei primare. După Kuiper protoplanetele primare erau mult mai masive, o bună parte din materia lor pierzîndu-se în timpul evoluției ulterioare. Din masa totală a protoplanetelor în actualele planete s-ar fi conservat doar 1%. În cadrul acestei ipoteze cosmogonice, Kuiper folosește pentru prima dată noțiunea de *stabilitate maregenă*. De asemenea, în cadrul acestei ipoteze, Kuiper mai încearcă să rezolve și problema originii cometelor. Între anii 1949—1950 este organizatorul fotografierii asteroizilor.

Luna a fost un astru care s-a bucurat de mare atenție din partea lui Kuiper. El a îndrumat programele spațiale de fotografiere și cartografiere a Lunii pe baza datelor furnizate de navele „Ranger", „Lunar Orbiter" și „Apollo".

Kuiper a coordonat realizarea a 4 atlase ale Lunii. A desfășurat și o susținută activitate editorială, fiind editorul șef al seriei *Sistemul solar* (în 4 volume, 1953—1961) și al seriei *Stelele și sistemele stelare* (9 volume, începînd din 1960). Pentru meritele sale a fost decorat

cu Medalia Janssen a S.A.F. și cu Medalia Rittenhouse a Academiei Naționale de Științe din S.U.A. A murit la 23 decembrie 1973, la Mexico City, în plină putere creatoare. În cinstea și memoria sa un crater de pe Marte îi poartă numele. De asemenea, un observator astronomic zburător, instalat într-un mare avion de transport, a primit numele său. Cu Observatorul astronomic zburător „Kuiper" s-au descoperit inelele planetei Uranus.

Falsa planetă Pluton și Clyde William Tombaugh (n. 1906)

Am văzut cum, sub influența răsunătorului succes al lui Verrier cu descoperirea planetei Neptun și pentru a explica încă unele reziduuri din mișcarea lui Uranus, William Henry Pickering (1858—1938) și mai ales P. Lowell au executat laborioase calcule pentru stabilirea poziției celei de a IX-a planete, despre căutarea căreia scrisese încă din anul 1885 David Pek Todd (1855—1939) un articol în „Astronomische Nachrichten". Am văzut că Lowell moare fără să-și vadă visul împlinit. Dar descoperirea avea să fie totuși făcută la observatorul său de un tînăr pasionat de astronomie.

Clyde William Tombaugh s-a născut în localitatea Stritor (Illinois, S.U.A.), la 4 februarie 1906. Cu astronomia se întîlnește de la vîrsta de 12 ani, cînd unchiul său Lee, el însuși astronom amator, îi arată stelele cu ajutorul telescopului său de construcție proprie. Se pare că imaginea magnifică a Lunii l-a determinat să devină astronom. Interesul pentru astronomie crescînd, tînărul Clyde își cumpără o serie de cărți de astronomie: *Fundamentele astronomiei, Sistemul solar, Marte, Istoria eclipselor*, din puținele economii pe care le putea face. Apoi, la 13 ani, încearcă să-și construiască un instrument din materialele pe care le găsea la fermă. Tot atunci unchiul său îi cumpără un mic refractor acromatic, care putea mări de 40 de ori. Activitatea de astronom amator a tînărului Tombaugh nu a rămas nebăgată în seamă de colegii acestuia, care l-au poreclit „cometa Clyde". Dar cînd în 1925 au terminat școala, ei au scris în cartea absolvenților în dreptul numelui

său următoarele: „El va descoperi o lume". Profetică previziune!

Din lipsă de fonduri Tombaugh nu mai merge la școli superioare, rămînînd să-și ajute familia la muncile de la fermă. Dar de astronomie nu s-a lăsat. Găsind într-o revistă a școlii de duminică un articol despre cum se poate construi cu mijloace proprii un telescop de 8", Clyde se decide să încerce. Însă după terminarea aparatului, constată că rezultatele sînt mult sub așteptări. Dar tatăl său îl sfătuiește să nu-și piardă speranța. Întretimp își cumpără o carte despre construcția telescoapelor de către amatori, mai citește cărți de optică și, cu mare elan, trece la construirea unei noi oglinzi. Dar nici aceasta nu-l satisface. În fine, după ce își face o pivniță specială, pentru eliminarea pe cît posibil a variațiilor de temperatură, despre care citise că duc la deformarea oglinzilor, trece la construirea celei de a treia oglinzi. Acum lucra grăbit pentru a mai prinde opoziția lui Marte dar, spre ghinionul său, oglinda s-a dovedit prea subțire și se deforma sub propria-i greutate. Alt eșec, iar tînărul nu mai avea bani să-și cumpere noi discuri de sticlă. De aceea, în disperare de cauză, îi propune unchiului său Lee să-i construiască, contra cost, un telescop, iar cu banii ce-i va cîștiga astfel să-și facă un altul pentru sine. Propunerea este acceptată, avansul înaintat, iar lucrările tînărului Tombaugh demarează. La această a patra oglindă, care avea diametrul de 7 țoli a lucrat fără grabă, în tot cursul iernii.

În mai 1927 instrumentul este gata și la probe întrece toate așteptările. Luna și planetele pe care le vedea prin acest instrument de construcție proprie erau cele mai frumoase din cîte văzuse pînă atunci. Și unchiul Lee a fost foarte mulțumit de instrument, lăudîndu-se tuturor vecinilor și prietenilor cu realizarea nepotului său. Cu banii cîștigați astfel, Clyde Tombaugh își cumpără materialele necesare construirii noului instrument, în principal cele două discuri de sticlă, acum de 9". În această intreprindere l-a ajutat și fratele său mai mic Robert, cît și tatăl lor, care s-a ocupat de partea mecanică a construcției. Și acest telescop a fost o reușită deplină. Și nu l-a costat decît 36 dolari,

pe cînd un reflector de aceeași mărime făcut de fabrică l-ar fi costat 1 000 dolari.

În anul 1928, Tombaugh începe să observe intens cu el, desenînd tot ce vede: cratere lunare, Jupiter, Marte etc. Dar încă nu era sigur dacă desenele sale, pe unele din care apăreau celebrele canale marțiene, erau sau nu bune. De aceea trimite o scrisoare la Flagstaff, la Observatorul Lowell, la care anexează o serie de desene ale lui Marte și Jupiter. V. M. Slipher îi răspunde că desenele sale i-au produs o mare plăcere și îl întreabă cum stă cu sănătatea și dacă este dispus să devină observator pentru a se îndeletnici cu observații fotografice. Clyde acceptă.

În ianuarie 1929 ajunge, în fine, la Observatorul Lowell, unde este informat că va trebui să lucreze cu noul astrograf de 13", special comandat pentru căutarea celei de a IX-a planete, planeta „X" a lui Lowell. Acest instrument a fost gata pentru lucru la sfîrșitul lunii martie. La începutul lui aprilie a demarat operațiunea de fotografiere a zonei eclipticii, prin constelația Peștii. Noaptea făcea fotografii, pe care le studia ziua la „Blinkcomparator". Deoarece se făceau cel puțin cîte două fotografii ale aceleiași zone, la un anume interval de timp, cu blinkcomparatorul erau comparate fotografiile și dacă un obiect s-ar fi mișcat între timp, imaginea sa ar fi ieșit în relief, ca la fotografiile stereoscopice. Fiecare negativ conținea inițial cam 160 000 de imagini stelare, dar pe măsură ce se apropia de planul galactic, în constelațiile Taurul și Gemenii, numărul lor creștea, ajungînd la 400 000. Fiecare expunere dura cam o oră, pe clișeu imprimîndu-se stelele pînă la magnitudinea 17. În medie lucra 12—14 ore pe zi.

Primăvara și vara lui 1929 s-a scurs în acest ritm de muncă susținută. El studiase deja un milion de imagini stelare, iar planeta „X" încă nu apăruse. Și astfel a venit și anul 1930. În zilele de 21, 23 și 29 ianuarie, Tombaugh a fotografiat o zonă din constelația Gemenii, centrată pe steaua Delta. La 18 februarie el studia plăcile din 23 și 29 ianuarie, cea din 21 nefiind prea clară. Lui Tombaugh îi atrage atenția o imagine din a-

propierea Deltei, care părea deplasată. Comparînd și cu alte clișee, obținute cu alte camere mai mici, orice dubiu este exclus. Dr. V. M. Slipher și Carl Lampland (1873—1951), examinînd și ei clișeele, confirmă descoperirea. Și astfel, printr-o circulară a Observatorului Lowell, din 13 martie 1930, cînd se împlineau 75 de ani de la nașterea lui Percival Lowell și 149 de ani de la descoperirea lui Uranus, lumea astronomică este anunțată despre noua descoperire.

Tombaugh se înscrie în anul 1932 la Universitatea din Kansas, pe care o termină în 1936. Lucrează în continuare la Observatorul Lowell pînă în 1943. Între 1943 și 1946 predă la colegiul din Flagstaff și la Universitatea din California. Din 1946 lucrează la Laboratorul balistic Aberdeen din Las Cruces, New Mexico, iar din 1955 la Universitatea statului New Mexico — din 1965 ca profesor, iar din 1973 ca profesor consultant. După descoperirea lui Pluto a continuat fotografierea, examinînd în total circa 90 milioane de imagini stelare. Cu această ocazie a găsit o nouă cometă, sute de asteroizi, 1 807 stele variabile noi și examinează 29 548 galaxii.

În iulie 1943, cînd a terminat lucrarea, a putut să conchidă astfel: „După cum se vede, se poate concluziona din inventarul de la Observatorul Lowell că dincolo de Saturn nu există nici-o planetă necunoscută care să fie mai strălucitoare de mărimea stelară 16,5 în momentul cercetărilor". Aviz deci amatorilor care umblă după descoperirea planetei a X-a! Se mai pune însă problema dacă obiectul descoperit de Tombaugh este într-adevăr planeta „X" a lui Lowell. Determinarea elementelor orbitei lui Pluto a indicat că el se mișcă pe o orbită destul de alungită și foarte înclinată, cum nu se întîlnește decît la unii asteroizi și la comete. Apoi se punea problema masei. Apreciind masa lui Pluto ca fiind egală cu a Pămîntului și luînd în considerare diametrul posibil, mult mai mic, se ajungea la o densitate cam de 50 de ori mai mare ca a apei, ceea ce era imposibil pentru o planetă. Cu timpul, masa planetei a fost revizuită (ca și constanta lui Hubble!) de cîteva ori. O reducere mai drastică a făcut colectivul de sub conducerea lui Raynor Lockwood Duncombe, de

la Nautical Almanac Office, în anul 1968, găsind pentru Pluto o masă de 5,5 ori mai mică decît a Pămîntului.

Și asta nu a fost totul. Următoarea descoperire senzațională a fost făcută tot la Flagstaff, la Observatorul marinei, unde din anul 1964 s-a instalat un telescop reflector „astrometric", cu oglinda de 152 cm diametru, din cuarț topit, în scopul detectării planetelor altor stele. Cu acest reflector, James Christy a fotografiat pe Pluto, în iunie 1978. Imaginile s-au dovedit a fi alungite, ceea ce a sugerat ideea unui satelit. Asemenea fotografii s-au găsit și în fototecile altor observatoare, făcute chiar cu instrumente mai mari. S-au măsurat și s-a constatat că este într-adevăr vorba de un satelit, care a primit numele de Charon. Satelitul are un diametru de 800 km și se rotește în jurul lui Pluto la o distanță de 19 000 km, în 6 zile 9 ore și 17 minute, tocmai perioada de variație a strălucirii lui Pluto.

Calcule simple, bazate pe legea a III-a a lui Kepler, au permis, în fine, calcularea cu exactitate a masei sistemului, care s-a găsit a fi de peste 6 ori mai mică decît *masa Lunii*. Este evident că nu mai poate fi vorba de o planetă veritabilă. Unele calcule efectuate de Harrington și van Flandern de la Observatorul marinei, la începutul anului 1978, cu ajutorul mașinilor electronice de calcul, restabileau ipoteza evadării lui Pluto din sistemul lui Neptun, din cauza apropierii de acesta din urmă a unui corp masiv necunoscut. Situația ar putea fi clarificată întrucîtva în septembrie 1989, cînd sonda spațială „Voyager 2" va trece prin apropierea lui Neptun. Cu această ocazie sperăm să se confirme și inexistența unui inel la Neptun care, spre deosebire de Saturn, Uranus și Jupiter nu prezintă condiții pentru o asemenea formațiune.

Nucleele cometare și Fred Lawrence Whipple (n. 1906)

Astronomul american Fred Lawrence Whipple s-a născut în localitatea Red Oak, statul Iowa, la 5 noiembrie 1906. În anul 1927 termină studiile la universitatea din California, la Los Angeles. Între 1927—1929 predă la Universitatea din Berkeley, între 1930—31 lucrează

la Observatorul Lick, iar din 1931 la Harvard. Din 1950 este profesor, iar în anul 1955 devine și director al Observatorului astrofizic Smithsonian. Din anul 1959 este membru al Academiei Naționale de Știință.

Lucrările științifice ale lui Whipple sînt consacrate în mod deosebit studierii cometelor și meteorilor, nebuloaselor planetare și evoluției stelelor și sistemului solar. A descoperit 6 comete noi, dintre care cometa periodică 1933 V îi poartă numele. A dezvoltat teoria nucleelor cometare, după care nucleul cometei este un conglomerat de gaze înghețate, impurificate cu materie meteoritică. Pe măsură ce un asemenea nucleu se apropie de Soare, din cauza căldurii gheţurile sublimează — trec direct din starea solidă în starea gazoasă — dezvoltînd coama cometei. Apoi, sub acțiunea presiunii radiației solare, această atmosferă se alungește în direcția opusă Soarelui, formînd coada cometei. Dar în momentul evaporării gheţurilor se produc forțe reactive, care perturbă mișcarea pur gravitațională a cometei. Astfel, Whipple, cu ajutorul modelului nucleului de gheață, a reușit să explice nu numai morfologia formelor cometare, ci și unele particularități ale mișcării unor comete — care pe unii i-au făcut să se îndoiască de valabilitatea mecanicii newtoniene.

Ocupîndu-se cu fotografierea intensă a meteorilor — în ultima vreme cu puternicele camere *Super Schmidt*, Whipple a putut elabora modele ale atmosferei înalte încă înainte de lansarea sateliților artificiali ai Pămîntului. De asemenea, a obținut date interesante cu privire la orbitele meteorilor și a unor caracteristici fizice ale acestora. Din 1958 este consultant al N.A.S.A. și îndrumător al multor programe de cercetare ca : observarea optică a sateliților artificiali, proiectarea stațiilor orbitale etc.

Whipple este, împreună cu astronomul american Jesse Leonard Greenstein, unul din primii astronomi care au apreciat la justa valoare descoperirea radioundelor de origine extraterestră, făcută de Jansky. S-a ocupat și cu cosmogonia, în mod special cu ipoteze legate de originea cometelor. Este partizanul teoriei dezagregării cometelor cu formarea de curenți meteorici. S-a ocupat și cu popularizarea astronomiei, fiindu-i cunoscută mai

ales cartea *Pămîntul, Luna și planetele*. A fost redactor la prestigioasa revistă „Astronomical Journal". Pînă în prezent a fost decorat cu Medalia Lawrence Smith (1949) și Donahue a Academiei Naționale de Științe, cu medalia Universității Liège (1960), cu premiul „Space Flight" al Societății Americane de Astronautică (1961).

Explozia nucleelor galactice și Victor Amazaspovici Ambarțumian (n. 1908)

Astronomul sovietic Victor Amazaspovici Ambarțumian s-a născut la Tbilisi, în familia filologului A. A. Ambarțumian, la 18 septembrie 1908. În anul 1928 termină studiile la Universitatea din Leningrad. Încă din anii studenției a publicat 16 lucrări de astronomie. După terminarea studiilor universitare și-a început aspirantura la Pulkovo, sub îndrumarea academicianului A. A. Belopolski. Este primul din U.R.S.S. care predă un curs de astrofizică teoretică la Universitatea din Leningrad. În anul 1934 devine profesor și organizează catedra de astrofizică, pe care o va conduce pînă în anul 1947. Din anul 1939 conduce Observatorul astronomic al Universității din Leningrad. În anul 1943 pleacă la Erevan și devine membru al Academiei R.S.S. Armene. În anul 1946 fundează Observatorul de la Biurakan, iar în 1947 devine președinte al Academiei R.S.S. Armene. Din 1939 este membru corespondent al Academiei de Științe a U.R.S.S., iar din 1953 academician. Din 1947 este profesor la Erevan.

Interesele științifice ale lui Ambarțumian se îndreaptă cu precădere spre astrofizica teoretică, cu aplicații în cosmogonie. El dă o tratare matematică exactă a proceselor care au loc în nebuloasele gazoase. Dezvoltă fundamentele teoriei ionizării și propune o metodă pentru determinarea anvelopelor novelor. În anul 1947 introduce noțiunea de „asociația stelară", ca formațiune de stele tinere și în curs de expansiune. Aceste lucrări i-au adus, în anul 1950, Premiul de Stat.

O mare atenție a acordat Ambarțumian stelelor nestaționare și eruptive. La Observatorul Biurakan au fost descoperite foarte multe asemenea stele, mai ales în Pleiade. Ambarțumian este și autorul unei concepții

foarte originale, după care stelele s-ar forma dintr-o materie prestelară supradensă. O mare parte din lucrările sale sînt consacrate proceselor eruptiv-explozive din nucleele galaxiilor. Acolo unde majoritatea astronomilor vedeau două galaxii în coliziune, Ambarțumian presupune că are loc divizarea nucleului unei galaxii. Aceste îndrăznețe idei l-au făcut cunoscut și apreciat în întreaga lume științifică. Între anii 1961 și 1964 a fost Președinte al U.A.I., iar în 1968 este ales Președinte al Consiliului Internațional al Uniunilor Științifice (ICSU), fiind reales în această funcție în anul 1970 — pînă în 1972. A fost decorat cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra și cu medalia Academiei de Științe Slovace, cu Medalia Janssen a S.A.F., cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului și cu Medalia Helmholtz a Academiei de Științe din Berlin. Din anul 1947 (anul asociațiilor stelare) este Erou al Muncii Socialiste.

Subsistemele Galaxiei și Boris Vasilievici Kukarkin (1909—1977)

Astronomul sovietic Boris Vasilievici Kukarkin s-a născut la Nijni Novgorod (azi Gorki), la 30 octombrie 1909. Cunoștințele științifice și le dobîndește prin studiu individual, fiind deci un autodidact. Între anii 1928 și 1931 conduce observatorul cercului de amatori de fizică și astronomie din localitate. În anii 1931 și 1932 este astronom la Observatorul din Taşkent. Din anul 1932 lucrează la Universitatea din Moscova și la Institutul astronomic „P. K. Șternberg". Între anii 1941 și 1944 este în armată, la aviația cu rază lungă de acțiune, pregătind pe navigatori. Din anul 1951 este profesor la Universitatea din Moscova. Din 1962 conduce catedra de astronomie stelară și astrometrie a Universității din Moscova. Între 1951 și 1958 este Președinte al Comisiei de stele variabile din cadrul U.A.I., iar între 1955 și 1961 este vicepreședinte al U.A.I.

Principalele sale lucrări științifice sînt consacrate studiului stelelor variabile. În anul 1928 înființează buletinul „Stelele variabile", al cărui redactor principal a fost. Împreună cu Pavel Petrovici Parenago (1906—

Galaxie asemănătoare Căii lactee (M 51)

1960) arată, în anul 1933, natura de pitice a stelelor U Geminorum. În anul 1937 revizuiește indicii de culoare a 1 207 stele. Între 1948 și 1974, împreună cu Parenago, Holopov și Efremov, publică trei ediții succesive ale catalogului general de stele variabile, tot mai complet. În anul 1974 publică un catalog de roiuri globulare din Galaxie care conține 129 obiecte. Dar principala contribuție a lui Kukarkin putem considera că este stabilirea subsistemelor Galaxiei. Am văzut că Baade introdusese în anul 1944 noțiunea de „populație stelară". Dezvoltînd această idee, Kukarkin și colaboratorii, între 1947—1949 elaborează ideea subsistemelor Galaxiei,

inițial în număr de trei : subsistemul plan, intermediar și sferic. Ulterior a precizat că Galaxia este alcătuită din trei componente : plană (cuprinzînd subsistemele plane), intermediară și sferică. În această clasificare în componenta plană se găsesc : cefeidele cu perioadă lungă, stelele de clasa spectrală O și B, roiurile stelare deschise, nebuloasele obscure, stelele supernove ; în componenta intermediară se găsesc : novele, variabilele de tipul RV Tau, stelele din clasele spectrale R și N, nebuloasele planetare, stelele din clasa S, piticele albe și variabilele cu perioadă lungă ; în componenta sferică se găsesc : variabilele cu perioadă lungă (peste 150 zile), cefeidele cu perioadă scurtă (RR Lyr), cefeidele cu perioadă lungă de tipul W Vir, roiurile stelare globulare. Combinată cu clasificarea lui Baade, această concepție duce la 5 subdiviziuni astfel : 1 — populația tînără de tipul I, compusă în principal din supergigantele albastre și roiurile galactice, corespunde componentei plane ; 2 — populația intermediară de tipul I ; 3 — populația bătrînă de tipul I ; 4 — populația mijlocie de tipul II formează componenta intermediară ; în fine, 5 — populația extremă de tipul II, care corespunde componentei sferice și conține stelele gigantice roșii și roiurile globulare. Pe măsură ce se trece de la subsistemele plane la cele sferice, dispersia vitezelor stelelor crește de la 10 km/s la 130 km/s. Pentru lucrarea asupra subsistemelor stelare B. V. Kukarkin a primit premiul „F. A. Bredihin" al Academiei de Științe a U.R.S.S. (1950).

Fiind un profesionist provenit din rîndurile amatorilor, Kukarkin nu și-a uitat toată viața colegii de pasiune. Astfel, în anul 1948 apare deja a doua ediție a cărții *Stelele variabile și observarea lor,* scrisă în colaborare cu P. P. Parenago. A fost membru al Societății Regale de Astronomie din Londra. A murit la 15 septembrie 1977.

Radioastronomia și Grotte Reber (n. 1911)

După elaborarea de către Maxwell a teoriei undelor electromagnetice și după descoperirea experimentală a lor de către Heinrich Hertz, Thomas Alva Edison (1847—1931), în anul 1890, și Sir Oliver Joseph Lodge (1851—1940), în anul 1894, au imaginat experimente pentru

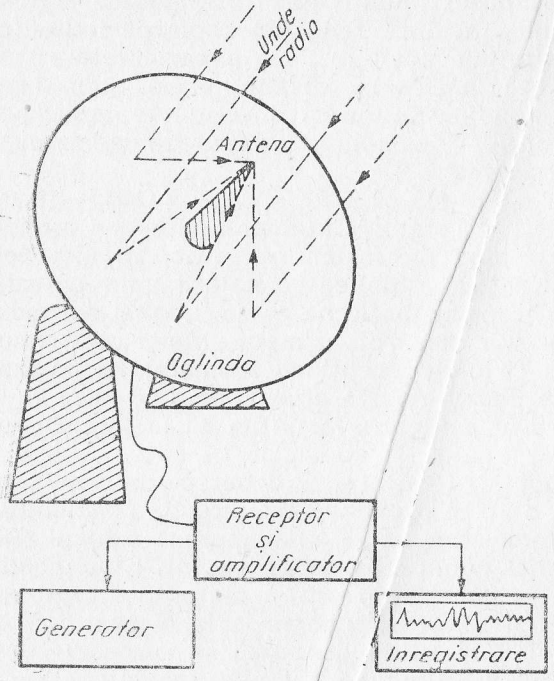
detectarea presupusei radiații electromagnetice a Soarelui. Dar tehnica acelor vremi din copilăria radioului nu a dus la rezultate pozitive. Nici experiențele astronomului francez Charles Nordmann, puțin timp după primul război mondial, nu au fost încununate de succes. Abia în deceniul al IV-lea s-a ivit prima rază de speranță (radiounde extraterestre !).

Inginerul în radiotehnică Karl G. Jansky (1905—1950), american născut în statul Oklahoma, dar de origine ceh, lucra în acea vreme la laboratorul companiei Bell Telephone, căutînd să stabilească natura unor paraziți care perturbau transmisiunile pe unele lungimi de undă. Pentru aceasta și-a construit o mare antenă cadru mobilă în azimut, cu care recepționa semnalele și pe lungimea de undă, foarte scurtă atunci, de 14,6 m.

Fără a intra în amănunte amintim că la finele anului 1932 Jansky ajunge la concluzia că sursa parazitului este de origine extraterestră, deoarece se repeta cu o perioadă de o zi. El provenea din direcția constelației Săgetătorul, unde știm că se află aparent centrul Galaxiei. Jansky își publică descoperirea într-o publicație de radio, dar ea nu atrage atenția majorității astronomilor. Numai doi tineri astronomi de la Harvard, F. L. Whipple și J. L. Greenstein încearcă să cerceteze teoretic fenomenul, stabilind că radiația recepționată nu este o radiație secundară a Soarelui, produsă în atmosfera terestră.

Atunci intră în arenă primul, și mult timp și unicul, radioastronom al lumii, Grotte Reber. El s-a născut la Chicago, în anul 1911. În anul 1933 — un an după descoperirea lui Jansky — termină studiile la Institutul tehnologic din Illinois (S.U.A.), iar între 1933 și 1948 este colaborator al unei firme radiotehnice din Chicago. Din 1948 lucrează la Biroul Național de Standarde.

Reber era și un pasionat radioamator. Obținuse deja diploma WAC (Worked All Continents = lucrat toate continentele) și a ajuns la concluzia că „pe Pămînt nu mai are ce face", cînd află de descoperirea lui Jansky. Pentru a continua aceste cercetări, Reber își construiește un receptor foarte bun, capabil să recepționeze undele scurte cu lungimea de undă de 187 cm, 62,5 cm, 33 cm și 9 cm și o antenă cu reflector paraboloidal cu



Schema radiotelescopului

diametrul de 9,5 m — primul radiotelescop din lume. Pentru toate acestea nu i-au trebuit mai mult de 5 ani, deoarece lucra cu pasiune și cu pricepere, calități de nelipsit la adevărații amatori.

Astfel, în anul 1939 Reber poate recepționa radiația cosmică pe lungimea de undă de 187 cm. Pentru a putea să-și interpreteze rezultatele Reber, după cum afirmă Otto Struve, a audiat un curs de astrofizică la Universitatea din Chicago, cu Bengt Strömgren ; dar aceasta este posibil abia după anul 1952, cînd Strömgren ajunsese să predea la Chicago. Încă înainte de a participa la cursul de astrofizică, el realizează primele hărți radio ale Galaxiei. După ce Kuiper îl vizitează, văzîndu-i instalațiile, își dă seama că se născuse o nouă ramură a

astronomiei. Cum radiotelescopul lui Reber nu avea o putere de separare prea mare, din cauza diametrului său mic în comparație cu lungimea de undă a radiațiilor captate, el nu descoperă — mai exact nu identifică — diferitele radiosurse, cum avea să fie posibil cîțiva ani mai tîrziu.

În prezent, radiotelescopul lui Reber se află la muzeu, la N.R.A.O. (National Radio Astronomical Observatory). Sub influența lui Reber, care a continuat descoperirea lui Jansky, Baade și Minkowski încep observațiile radioastronomice în California, lucrări care au fost temporar întrerupte din cauza războiului. Dar tocmai tehnica radarului, dezvoltată din necesitățile războiului, a dus la descoperirea radioradiației Soarelui și a înlesnit apariția radioastronomiei de radiolocație. În ultima vreme, Reber s-a ocupat cu expedițiile radioastronomice din insulele Hawaii și din Tasmania. În anul 1962 a fost decorat cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului.

Evoluția stelară și Martin Schwarzschild (n. 1912)

Martin, fiul lui Karl Schwarzschild, s-a născut la Potsdam, la 31 mai 1912. Într-o conferință consacrată convecției în stele (1960), Martin Schwarzschild afirma că Robert Emden (1862—1940), autorul lucrării *Gaskugeln* (1907), este unchiul său, așa că se întrezărește o nouă familie de astronomi celebri, dacă mai adăugăm și pe Barbara, soția lui Martin, de asemenea astronom. În anul 1935 Martin este absolvent al Universității din Göttingen, iar în anii 1936 și 1937 lucrează la Institutul de Astrofizică din Oslo. Din 1937 trăiește în Statele Unite. Între anii 1937—1940 a lucrat la Observatorul Harvard, iar în anii 1940—1947 la observatorul Universității Columbia. Din anul 1947 este profesor la Universitatea din Princeton. Din anul 1956 este membru al Academiei Naționale de Științe.

Principalele lucrări științifice ale lui Martin Schwarzschild au fost consacrate teoriei structurii interne și evoluției stelelor. În lucrările inițiale a abordat problema stelelor pulsante. În anul 1941 face aprecieri asupra abundenței heliului în Soare. Calculează modele amănun-

țite ale Soarelui și obține caracteristicile rotației diferențiale a Soarelui, care sînt conforme cu observațiile. Are o mare contribuție la studierea teoretică a gigantelor roșii. În anii '50 calculează modele de stele cu compoziție chimică neuniformă, caracteristice fazelor finale ale evoluției stelelor. Împreună cu A. R. Sandage arată că îndepărtarea rapidă a stelelor de secvența principală pe ramura gigantelor se explică pe baza modelelor cu sursa de energie constînd dintr-un strat de hidrogen care înconjoară un nucleu izoterm de heliu, în contractare sub acțiunea gravitației.

Împreună cu F. Hoyle (v. episodul următor) M. Schwarzschild examinează o serie de probleme legate de evoluția stelelor componentei sferice a Galaxiei și propune o explicație teoretică a diagramelor culoare-luminozitate pentru roiurile globulare. În principal se consideră ca stabilit că un roi este alcătuit din stele de aceeași vîrstă. Dar ele diferă între ele prin masă. Or, este de asemenea știut că stelele mai masive evoluează mai repede. Astfel, după scurgerea unui timp oarecare, deși stelele din același roi au vîrste egale, ele sînt mai mult sau mai puțin evoluate, în funcție de masa lor. Stelele mai masive și-au ars deja hidrogenul din centru, formînd acel nucleu izoterm de heliu, iar după ce acesta atinge circa 12% din masa stelei prin arderea hidrogenului din stratul adiacent nucleului se produce contractarea nucleului sub acțiunea gravitației proprii. Este ceea ce se cunoaște prin configurația limită Schömberg-Chandrasekhar. Contractarea nucleului produce o degajare suplimentară de energie, care, pentru a putea părăsi steaua, are nevoie de o suprafață mai mare, după cum reiese din condițiile echilibrului radiativ. Din această cauză învelișurile stelei se extind, o dată cu scăderea temperaturii superficiale. Steaua evoluează pe ramura gigantelor în dreapta și în sus pe diagrama HR. Apoi, în altă fază a evoluției stelare, cînd începe procesul α triplu de ardere a heliului în nucleu, steaua coboară din nou spre secvența principală, trece prin ramura orizontală de magnitudine absolută nulă, unde este posibilă declanșarea unor pulsații de tipul RR Lyr, iar apoi, sub secvența principală, cu sursele de energie aproape epuizate, încălzindu-se mai ales pe seama

contracției gravitaționale, steaua se îndreaptă spre starea finală de pitică albă — care cu timpul se stinge. Dacă masa stelei este mai mare de 2 mase solare, starea finală poate fi o stea neutronică, după o explozie de supernovă.

Martin Schwarzschild studiază instabilitatea stelară produsă de convecție și de turbulență. Se ocupă și cu observațiile de la mare altitudine, cu ajutorul baloanelor stratosferice, obținînd fotografii ale granulației solare de o finețe încă nemaiîntîlnită — proiectul „Stratoscop". Cartea sa *Structura și evoluția stelelor* (1958) a apărut în mai multe ediții, fiind tradusă și în alte limbi. Este membru al mai multor academii și societăți științifice. Între 1970 și 1972 a fost Președintele Societății Americane de Astronomie. A primit Medalia Draper a Academiei Naționale de Științe (1961), Medalia Eddington a Societății Regale de Astronomie din Londra (1963, împreună cu Sandage) și Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1965).

Cosmologia modernă și Fred Hoyle (n. 1915)

Astronomul englez Fred Hoyle s-a născut în Yorkshire, la 24 iunie 1915. În anul 1939 este absolvent al Universității din Cambridge, după care lucrează la această universitate. Între anii 1945—1956 predă matematica, iar din 1956 este profesor de astronomie. Din 1957 este membru al Societății Regale din Londra. În ultima vreme este director al noului Institut de astronomie teoretică.

Principalele sale lucrări științifice sînt consacrate teoriei structurii stelelor, a formării elementelor chimice în stele, cosmogoniei și cosmologiei. Se afirmă că multe din ideile și afirmațiile lui Hoyle sînt discutabile și contradictorii, dar ele au avut o mare influență asupra dezvoltării astrofizicii. Împreună cu colegul și compatriotul de aceeași vîrstă R. A. Lyttleton a dezvoltat teoria *acreției* materiei de către stele pentru explicarea unor etape din evoluția stelară.

În multe lucrări consacrate teoriei structurii interne a stelelor a examinat o serie de probleme legate de relația masă-luminozitate, de abundența elementelor

C-da 152 coala 11

grele în stele, de neuniformitatea compoziției chimice la gigantele roșii, la vîrstele subgigantelor. Împreună cu M. Schwarzschild a studiat în detaliu evoluția stelelor în faza părăsirii secvenței principale. Împreună cu H. Bondi și Th. Gold este unul din autorii teoriei cosmologice a stării staționare a Universului (the steady-state theory). În cosmologia contemporană are o mare importanță (după părerea noastră pe nimic justificată) așa-numitul principiu cosmologic perfect (larg sau total), după care Universul ar apărea același unui observator situat în oricare loc al său, și că acest Univers nu s-ar schimba în timp.

După descoperirea expansiunii Metagalaxiei, pentru a rămîne principiul cosmologic perfect satisfăcut, școala de cosmologie de la Cambridge, din care face parte și Hoyle, a postulat crearea continuă a materiei din nimic (the continual creation of matter out of nothing). Hoyle introduce în ecuația relativistă a gravitației, în locul constantei cosmologice a lui Einstein, așa-numitul „cîmp creator" C_{μ}, conform căruia materia se formează cu viteza de un atom de hidrogen într-un volum de un litru, la un miliard de ani, ceea ce este prea puțin pentru a fi testat prin observații.

Inițial cosmologii materialiști s-au ridicat împotriva acestei concepții, a continuei creări de materie, dar ulterior au acceptat-o, considerînd însuși cîmpul creator ca pe o formă de existență a materiei. Dar nu mai era necesar, însuși Hoyle părăsind această concepție. Cu privire la teoriile privind expansiunea Universului este interesantă afirmația lui Sir Eddington: „...teoria Universului în expansiune este, din unele puncte de vedere, atît de abracadabrantă, încît instinctiv ezităm să-i acordăm încrederea noastră. Ea conține elemente în aparență pînă la un așa punct de necrezut, încît aproape mă indignez la ideea că cineva ar putea s-o împărtășească — afară de mine". Așa că nu trebuie să ne mire că Hoyle a abandonat această teorie.

O expunere recentă a concepțiilor sale cosmologice se poate găsi în cartea sa *Galaxii, nuclee și quasari*, care a fost editată și în limba română în anul 1968. O altă lucrare a lui Hoyle, ceva mai veche, în care expune diferite probleme de astronomie modernă *(Frontierele astronomiei)* a fost editată la noi în anul 1971. În prezent se pare că în cosmologie balanța a înclinat în favoarea teoriei oscilatorii, la care expansiunea actuală observată a Universului este numai o fază din procesul oscilatoriu, după un moment în care s-a produs un „big bang" — marea explozie (a se vedea și lucrarea Primele trei minute ale Universului de Steven Weinberg, Edit. Politică, 1985). O confirmare a acestei teorii o constituie descoperirea, în anul 1965, a radiației remanente cu temperatura de 2,7 K, care a adus autorilor ei, Arno A. Penzias și Robert W. Wilson, Premiul Nobel pentru fizică pe anul 1978.

În anul 1946, Hoyle s-a ocupat cu studiul formării elementelor grele din hidrogen, în cadrul reacțiilor termonucleare din stele. Împreună cu W. Fowler, G. și M. Burbidge a examinat nucleosinteza în diferitele etape de dezvoltare a sistemului solar, în cazul exploziilor de supernovă, în obiectele supermasive. În anul 1944 elaborează o ipoteză cosmogonică cu privire la formarea planetelor din materia supraîncălzită, pentru ca în 1960 să propună o altă ipoteză, în care Soarele și planetele s-au format din materia interstelară rece...

După descoperirea quasarilor, Hoyle este printre primii care le dă o interpretare teoretică — obiecte supermasive în care se produce colapsul gravitațional.

Este și autor de lucrări de popularizare (am citat deja una) și de lucrări științifico-fantastice. Celebru este romanul său *Norul negru*. La noi a apărut *A de la Andromeda* (în colaborare cu scenaristul J. Elliot, Edit. Tineretului, 1968). Este decorat cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1968) și cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1970).

Sateliții artificiali ai planetei Marte și Iosif Șklovski (1916—1985)

Astrofizicianul sovietic Iosif Samuilovici Șklovski s-a născut la Gluhovo, în Ucraina, la 1 iulie 1916. În anul 1938 termină studiile la Universitatea din Moscova și începe aspirantura la Institutul astronomic „P. K. Șternberg". Din anul 1941 lucrează la acest institut. În

anul 1944 își susține dizertația în care examinează înțelesul noțiunii de temperatură în lipsa echilibrului termodinamic. Datele obținute îi vor folosi la elaborarea unei teorii a coroanei solare. Din anul 1944 conduce sectorul de radioastronomie. În anii '50 a lucrat sub îndrumarea academicianului Grigori Abramovici Șain (1892—1956). Din anul 1966 este membru corespondent al Academiei de Științe a U.R.S.S.

Principalele sale lucrări științifice sînt consacrate astrofizicii teoretice. Între anii 1944 și 1949 este preocupat în mod special de problemele coroanei solare și de radioradiația Soarelui. Aceste subiecte se vor vedea materializate în trei mari monografii : *Radioradiația cosmică* și două despre *Coroana solară*. În anul 1948 el realizează o analiză amănunțită a rezultatelor obținute de astronomul olandez van de Hulst, cu privire la radiolinia hidrogenului cu lungimea de undă de 21 cm, arătînd că mijloacele tehnice erau suficiente pentru descoperirea ei experimentală. Trei ani mai tîrziu previziunea s-a realizat în mod strălucit. Șklovski este preocupat în continuare de explicarea diferitelor radioradiații, galactice sau extragalactice. În 1953 explică radioradiația surselor discrete printre care rămășițele supernovelor, un loc important fiind ocupat de nebuloasa Crabul (M1). Șklovski scrie pe această temă o nouă monografie cu titlul *Stelele supernove (Supernovele)*.

Șklovski este unul din marii savanți care s-au lăsat antrenați de pasionanta problemă a vieții în Univers și a posibilității contactului cu alte civilizații. Cartea sa *Universul, viața, rațiunea* a apărut în anul 1980, în a V-a ediție. Un episod interesant al acestei activități este și povestea cu sateliții planetei Marte. Acești sateliți au fost descoperiți de astronomul american Asaph Hall, la insistențele soției sale, în anul 1877. În anul 1945, astronomul american B. P. Sharpless descoperă o accelerație în mișcarea lor. Căutînd să explice această accelerație Șklovski ajunge la concluzia că ea s-ar explica asemănător cu accelerația unor sateliți artificiali ai Pămîntului, produsă de frecarea cu atmosfera superioară. Dar pentru aceasta trebuie să se presupună pentru sateliții lui Marte o densitate mai mică de 0,1 g/cm ^{3}, de unde trage concluzia că Phobos este gol pe dinăuntru. Deci,

după părerea lui Șklovski, Phobos ar fi artificial și astfel se poate explica de ce au fost descoperiți abia în anul 1877 : deoarece abia fuseseră lansați ! Desigur că această ipoteză, care a fost inițial publicată într-o revistă în anul 1959, a produs senzație.

Din S.U.A., Dr. Gerald Clemence, pe atunci președinte al Societății Americane de Astronomie, mare specialist în mecanica cerească, dă o replică în care arată că astronomul englez G. A. Wilkins (a nu se confunda cu cunoscutul selenolog englez Hugh Percival Wilkins), care a verificat calculele lui Sharpless, ar fi descoperit o greșeală. Acum Șklovski îi scrie lui Wilkins, dar acesta dă un răspuns neclar, de unde astrofizicianul sovietic consideră că îndrăzneața sa ipoteză rămîne în picioare. În cartea amintită, în primele ediții, acestor probleme le este consacrat un capitol, de 12 pagini. I. S. Șklovski arată că pentru lămurirea definitivă a problemei ar trebui obținute fotografii luate din apropierea acestor sateliți. Anii au trecut și literatura de popularizare a astronomiei și îndeosebi acele publicații în care se agitau chestiunile nu prea îndepărtate de mult controversatele OZN-uri, popularizau în continuare îndrăzneața ipoteză. Și iată că, în anul 1971, sonda spațială americană „Mariner 9", devenită satelit artificial al planetei Marte, ne transmite primele fotografii „gros plan" ale sateliților Phobos și Deimos. Pe ei, ca și pe întregul peisaj marțian, aceleași ...cratere lunare ! Chiar în ediția a V-a a cărții lui Șklovski aceste fotografii sînt reproduse dar... lipsește cu desăvîrșire vreo referire la „îndrăzneața ipoteză". Cu atît mai mult a produs uimire cînd la congresele internaționale pe tema CETI și SETI, I. S. Șklovski lansează o nouă ipoteză senzațională : nu este exclus să fim singura civilizație din Univers !... Acest episod, care unora ar putea să le pară lipsit de importanță, este totuși semnificativ. El ne arată cît de ușor se „cade în ispită" cînd se abordează asemenea subiecte pasionante, cum este cel al vieții extraterestre. În rest, I. S. Șklovski a fost și este apreciat ca un savant de mărime mondială. În anul 1960 I. S. Șklovski devine Laureat al Premiului Lenin. Membru al Societății Regale de Astronomie din Londra (1964) și al Academiei Americane de Științe și Arte (1966) și membru cores-

pondent al Societății Americane de Astronomie (1967) — toate acestea înainte de „Mariner 9" !

În anul 1972 Iosif Șklovski este ales membru al Academiei Naționale de Științe din S.U.A. și decorat cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului. A decedat prematur, la 3 martie 1985.

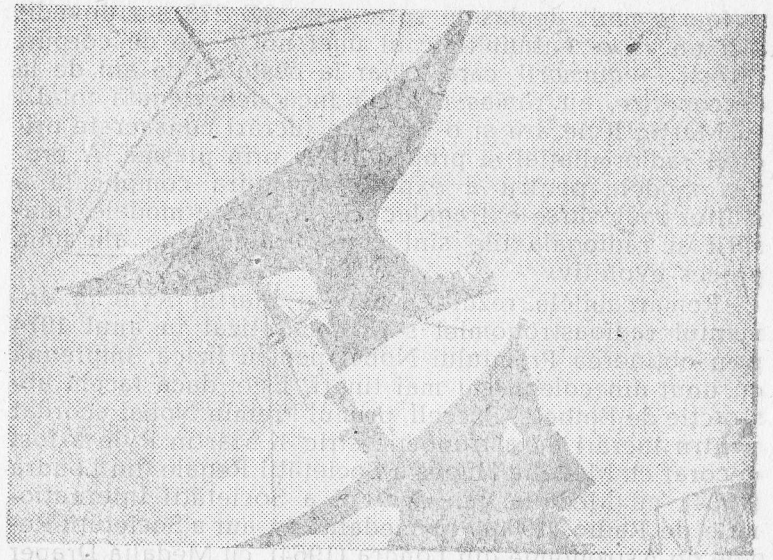
Radiointerferometria și Martin Ryle (1918—1984)

Astronomul englez Martin Ryle s-a născut la 27 septembrie 1918. Este absolvent al Universității din Oxford, iar între 1939 și 1945 lucrează la Centrul de cercetări în domeniul telecomunicațiilor, ocupîndu-se cu problemele radarului. Din 1945 lucrează la Universitatea din Cambridge, iar între 1945—1948 și la Laboratorul Cavendish, unde înființează o grupă de radioastronomie. Din anul 1958 este directorul Radioobservatorului „Mullard", iar din 1959 profesor de radioastronomie. Din 1952 este membru al Societății Regale din Londra. În anul 1972 este înnobilat și primește titlul de „astronom regal".

Principalele lucrări științifice ale lui Martin Ryle se referă la radioastronomie. Este unul din primii radioastronomi care a început să observe sursele discrete de radiounde, cum ar fi zonele active de pe Soare. A elaborat metoda comutării de frecvență pentru separarea semnalelor de la sursele cu mici dimensiuni unghiulare de radiația de fond a întregului disc solar. Dezvoltarea mai departe a acestei metode a dus la principiul *sintezei de apertură*.

După cum am văzut în cazul lui Reber, la radiotelescoape puterea de separare este foarte mică, întrucît ea depinde de raportul λ/D. Or, cum în domeniul undelor radio λ este destul de mare, pentru a avea puteri de separare suficient de mari este necesar ca diametrul D al oglinzii să fie foarte mare. Astfel, s-a ajuns ca, azi, cel mai mare radiotelescop mobil, aflat la Effelsberg, în apropiere de Bonn, are 100 m diametru, iar oglinda reflectoare fixă de la Arecibo, în Porto Rico are peste 300 m diametru.

Dar și în radioastronomie, ca și în domeniul optic, principiul interferometrului rămîne valabil. Astfel, apar



Radiotelescoape dintr-o instalație de radiointerferometrie

radiointerferometrele, de diferite forme și cu un număr diferit de antene receptoare. Cu ajutorul unor asemenea instalații, bazate pe principiul sintezei de apertură, Martin Ryle a efectuat, împreună cu colaboratorii săi de la Cambridge, o serie de „recensăminte" ale cerului, înregistrînd sursele discrete și cu mici dimensiuni unghiulare. Astfel apar celebrele *Cataloage* de la Cambridge, notate cu 3C, 4C, 5C.

Martin Ryle face o analiză statistică a distribuției radiosurselor după intensitate și arată că aceste date pot fi folosite la alegerea unui model de Univers. Datorită marii puteri de separare, cu radiointerferometrele bazate pe sinteza de apertură se și pot localiza cu mare precizie radiosursele respective, ceea ce permite în multe cazuri identificarea lor cu obiecte optice. Astfel s-a întîmplat cu radiosursa 3C 273, deci cu al 273-lea obiect din al treilea catalog de la Cambridge, care a fost identificat de astronomul american Maarten Schmidt, de la Mount Palomar (1963), ca o sursă cu linii largi de emisie

și foarte mult deplasate spre roșu. 3C 273 s-a dovedit a fi un reprezentant tipic al unei noi clase de corpuri cerești — *quasarii*, care, chiar la peste 20 de ani de la descoperire, au rămas o taină încă nedezlegată total...

Martin Ryle are și o serie de lucrări consacrate originii radioradiației și propagării ei prin plasmă. A propus modele pentru a explica structura complicată a multor radiosurse extragalactice. În aceste modele, quasarii și radiogalaxiile sînt considerate etape ale unui proces evolutiv.

Remarcabilele rezultate ale lui Martin Ryle în domeniul radioastronomiei s-au concretizat în anul 1974 prin obținerea Premiului Nobel pentru fizică, împreună cu unul din colegii săi mai tineri. Este, dacă facem abstracție de Bethe și Purcell, primul Premiu Nobel acordat pentru lucrări de astronomie strictă. Martin Ryle a fost decorat cu Medalia Huges a Societății Regale din Londra (1954), cu Medalia van der Pol a Societății Internaționale de Radio (1963), cu medalia de aur a Societății Regale de Astronomie din Londra (1964), cu Medalia Draper a Academiei Naționale de Științe din S.U.A. (1965), cu Medalia Popov a Academiei de Științe din U.R.S.S. (1972) și cu Medalia Bruce a Societății Astronomice a Pacificului (1974).

Radiolinia de 21 cm și Hendrick van de Hulst (n. 1918)

Astronomul olandez Hendrick Christoffel van de Hulst s-a născut la Utrecht, la 19 noiembrie 1918. Este absolvent al Universității la Utrecht. Între anii 1946—1948 lucrează la Universitatea din Chicago și în diferite observatoare din Statele Unite. Din anul 1948 lucrează la Universitatea din Leiden — din 1952 ca profesor de astronomie.

Principalele sale lucrări științifice sînt consacrate radioastronomiei și teoriei difuziei luminii. În anul 1945 a prezis existența radiației hidrogenului cu lungimea de undă de 21 cm. Iată cum prezintă el desfășurarea evenimentelor. În primăvara anului 1944, Oort i-a spus să analizeze colocviul despre articolele lui Reber și să le analizeze în perspectiva că dacă se va găsi vreo linie în

radiospectru, radioastronomia va dobîndi o mare importanță, putîndu-se face în domeniul radioundelor ce se făcuse deja în domeniul optic. Căutînd posibilitățile, van de Hulst ajunge la concluzia că nivelul fundamental al hidrogenului este divizat în structura hiperfină în două stări situate la distanța de 0,047 cm^{-1}. Într-o stare, spinul electronului și cel al protonului sînt paraleli, în cealaltă — antiparaleli. La o inversare spontană a spinului trebuie să se emită o cuantă cu lungimea de undă de 21,2 cm (1945). Asupra acestei posibilități a atras atenția și I. S. Șklovski.

În anul 1951 previziunea lui van de Hulst este în mod strălucit confirmată de descoperirea acestei radiații de către fizicienii americani H. I. Ewen și E. M. Purcell. Interesant ne pare faptul că Edward Mills Purcell (n. 1912) primește, în *anul 1952*, Premiul Nobel pentru fizică, pentru „cercetări asupra momentelor magnetice nucleare". Era ca o prevestire la celelalte premii Nobel pe care radioastronomia le va aduce în viitor.

Van de Hulst, împreună cu Oort, au prelucrat primele observații ale radioradiației hidrogenului și au realizat o hartă a distribuției acestuia în Galaxie, constatînd că hidrogenul se concentrează în brațele spirale. A realizat importante lucrări și asupra difuziei luminii. Este bine cunoscută lucrarea sa *Difuzia luminii pe particulele mici*, care a fost tradusă și în alte limbi. Din funcțiile sale menționăm pe aceea de președinte al Comisiei olandeze pentru cercetările geofizice și cosmice, iar între 1968—1970 a fost președintele Consiliului european pentru organizarea cercetărilor cosmice (E.S.R.O.). Este decorat cu Medalia Eddington a Societății Regale de Astronomie din Londra (1955), cu Medalia Draper a Academiei Naționale de Științe a S.U.A. (1956) și cu Medalia Rumford a Societății Regale din Londra (1964).

Pulsarii și Anthony Hewish (n. 1924)

Astronomul englez Anthony Hewish s-a născut în Cornwall, la 11 mai 1924. Este absolvent al Universității din Cambridge, iar între anii 1943—1946 este în serviciul militar. Din anul 1946 lucrează la Radioobservatorul „Mullard". Începînd cu anul 1951 predă la Universitatea

din Cambridge — din 1971 ca profesor. Principalele sale lucrări științifice sînt consacrate radioastronomiei. În primele lucrări s-a ocupat de influența neuniformităților ionosferice în propagarea radioundelor. În anul 1964 a descoperit scintilația radiației radiosurselor cu mic diametru unghiular — un fenomen asemănător cu sclipirea stelelor în domeniul optic. Pentru studierea în continuare a acestui fenomen, cercetătorii de la „Mullard", în colaborare cu unii studenți mai avansați, au construit un radiotelescop special, cu baza de timp mică. Acest instrument avea forma unei rețele dreptunghiulare, cu o arie de 2 hectare, avînd 2 048 dipoli, pentru recepția undelor de 81,5 MHz.

Radiotelescopul a fost terminat în iulie 1967, cînd încep observațiile permanente. În luna august, studenta practicantă Jocelyne Suzanne Bell descoperă niște semnale suspecte. Inițial s-a crezut că ar proveni de la automobilele care treceau prin apropiere. Primele impulsuri periodice au fost recepționate la 28 noiembrie 1967. Nu era exclusă nici posibilitatea provenienței lor de la o civilizație extraterestră. S-a pus în funcțiune și un înregistrator mai rapid. Apoi s-au descoperit și alte surse care emiteau în același mod. În februarie 1968 apare, în revista „Nature", un articol semnat de Hewish, Bell, Pilklington, Scott și Collnis, în care este descrisă descoperirea. Interesant că Franco Pacini publicase încă din 1967 un articol, în aceeași revistă, în care explica această posibilitate prin rotația rapidă a unei stele neutronice cu un intens cîmp magnetic. Prin efectul de far se obțin aceste semnale cu o mare regularitate, cu perioade între 0,033 și 5 secunde. Obiectele au fost denumite *pulsari*.

În prezent se cunosc cîteva sute de pulsari, mulți din aceștia identificați cu obiecte optice, iar unii emițînd și radiații X. Deosebit de studiat este pulsarul din nebuloasa Crab. Pentru descoperirea pulsarilor Anthony Hewish primește Premiul Nobel pentru fizică, în anul 1974, împreună cu Martin Ryle. El este decorat și cu Medalia Hamilton a Universității din Cambridge (1951) cu Medalia Eddington a Societății Regale de Astronomie din Londra (1968), cu Premiul Boys al Institutului Britanic de Fizică (1970) și cu Medalia Michelson (1974).

Pulsarii descoperiți de Hewish și de colectivul de sub conducerea sa au fost, în anul 1968, așa de populari, încît li s-a dedicat o odă, care a apărut în „Science News", din 15 iunie 1968. Redăm strofa cea mai populară:

The Pulsar's Pindar	*Odă pulsarilor*
Rhytmically pulsating radio source,	Ritmic pulsînd o radio sursă
Can you not tell us what terrible force	Cine ți-a dat acea enormă forță
Renders your density all so immense	Ce ți-a produs aceste densități imense
To account for your signal so sharp and intense ?	De dai semnale fine și intense ?

Nu putem încheia acest episod din această carte, adresată în mod deosebit tineretului, fără a reproduce un semnificativ citat din V. L. Ghinsburg, cunoscut astrofizician sovietic, referitor la descoperirea pulsarilor și la importanța ei: „Putem deci aprecia — și tocmai această concluzie am vrut s-o subliniez încă o dată pentru a încuraja tineretul — că, din fericire pentru știință și pentru noi toți, progresul științific este determinat ca și în trecut nu numai de fonduri și de noi „scheme de personal". Profunzimea ideilor, înțelegerea clară a obiectivelor cercetării, un înalt nivel de calificare și de cunoștințe îmbinat cu un entuziasm autentic, cu conștiinciozitate și un devotament pentru cauză, rămîn și vor rămîne întotdeauna chezășia cea mai importantă a succesului în știință".

LISTA CRONOLOGICĂ A PRINCIPALELOR DESCOPERIRI ASTRONOMICE

35000—30000 î.e.n. Omul din Neanderthal desenează fazele Lunii pe oase.

Mileniile IX—IV î.e.n. Monumente și inscripții rămase de la populația maya, care atestă cunoștințe astronomice.

4440 î.e.n. Inscripții descoperite în Egipt, care consemnează observarea unei eclipse de Lună pe vremea regelui Neherofis.

Mileniul IV î.e.n. Orientarea piramidei lui Keops și observatorul de la Stonehenge.

3379 î.e.n. 15 februarie ; Eclipsă de Lună înregistrată de mayași.

3000 î.e.n. Primele scrieri astronomice din Egipt, Babilon și China.

2697 î.e.n. Cea mai veche scriere despre o eclipsă de Soare în China.

2500 î.e.n. Se stabilește calendarul solar la egipteni.

2315—2287 î.e.n. Primele relatări despre apariția cometelor, în China.

1100 î.e.n. Se determină înclinarea ecuatorului pe ecliptică de către astronomul chinez Ciu Kong.

Sec. VII—VI î.e.n. Se stabilește perioada SAROS, de repetare a eclipselor.

585 î.e.n. 28 mai ; O eclipsă de Soare în Asia Mică, prezisă de Tales.

535 î.e.n. Apare ideea sfericității Pământului (Pitagora).

466 î.e.n. Prima observare a cometei Halley în China.

433 î.e.n. Stabilirea ciclului de 19 ani a fazelor lunare (Meton).

Sec. V î.e.n. Filolaos din Crotona admite mișcarea Pământului.

Sec. IV î.e.n. Eudox din Cnidos emite sistemul sferelor omocentrice. Heraclit din Pont susține rotația Pământului în jurul axei.

360 î.e.n. Apare lucrarea *Despre cer* a lui Aristotel, în care își expune sistemul său geocentric.

355 î.e.n. Astronomii chinezi Si Șen și Han Hun alcătuiesc primul catalog cu 800 stele ; originalul nu s-a păstrat.

350 î.e.n. Teofrast din Atena scrie despre o pată în Soare.

301 î.e.n. Prima relatare despre petele solare într-o scriere chineză.

Sec. III î.e.n. Încep determinări sistematice de poziții ale stelelor de către Aristil și Timocharis.

265 î.e.n. Apare ideea despre mișcarea Pământului în jurul Soarelui și primele aprecieri ale distanței Pământ-Soare la Aristarh din Samos.

240 î.e.n. Eratostene determină destul de precis dimensiunile Terrei.

150—123 î.e.n. Hiparh din Niceea descoperă fenomenul precesiei echinocțiilor și alcătuiește un catalog cu 850 stele, împărțindu-le după strălucire în 6 clase de mărimi stelare.

Sec. II î.e.n. Se construiește sfera armilară.

46 î.e.n. Astronomul Sosigene din Alexandria întocmește la ordinul lui Cezar calendarul Julian.

28 î.e.n. Începutul înregistrării sistematice a petelor solare în cronicile chineze.

140 E.n. Apare lucrarea astronomului Claudiu Ptolemeu „Megale Sintaxis" sau „Almagest", conținînd teoria geocentrică și un catalog cu 1 025 stele, cu o precizie de 15'.

Sec. V Savanții indieni Ariabhata și Varahamihara susțin sfericitatea Pământului și rotația sa în jurul axei.

Sec. VII Apare *Cosmografia* și teoria calendarului a savantului A. Shirakatsi din Armenia.

725 Tentativă de determinare a lungimii meridianului de către astronomul chinez Nan Gun-șo.

807 O pată solară observată în acel an este amintită în cartea *Viața lui Carol cel Mare*.

827 Se determină dimensiunile globului terestru prin măsurări între Tigru și Eufrat de către astronomii de la Bagdad sau califul Al-Mamun.

829 Înființarea observatorului de la Bagdad.

960 Al-Sufi menționează nebuloasa din Andromeda.

964 Apare catalogul de stele al lui Al-Sufi, care ține cont de precesie.

1006 Apar *Tabelele Hakemite* ale astronomului arab Abu-l Hasan- Ali ibn ali Said'Abd ar Rahman ibn Iunis din Cairo (950—1009).

Jumătatea sec. XI. Apare tratatul despre determinarea dimensiunilor Pămîntului prin noi metode ale lui Al-Biruni. Lungimea meridianului 41 500 km.

1054 Astronomii chinezi observă o supernovă — în prezent nebuloasa Crabul.

1154 Înființarea observatorului astronomic din Beijing.

Sfîrșitul sec. XI—începutul sec. XII Cartea în versuri *Universul și cunoașterea sa* de Omar Khayyam.

1252 Realizarea *Tabelelor Alfonsine* din ordinul regelui Alfons al X-lea al Castiliei și Leonului, supranumit „Cel înțelept".

1272 Se alcătuiesc tabele ale mișcării planetelor de către astronomul Nasredin Tusi.

1279 Reînființarea observatorului astronomic din Beijing, distrus în 1190 de un uragan.

1425 Se termină construcția marelui observator astronomic de la Samarkand, sub îndrumarea lui Ulugbek.

1437—1449 Realizarea unui catalog cu 1 018 stele, pentru epoca 1 437,5 și tabele cu mișcarea planetelor pentru observatorul din Samarkand.

1450—1461 Georg von Purbach tipărește primele efemeride.

1471 Regiomontanus (Johannes Müller) înființează observatorul astronomic din Nürnberg, unde scoate tabelele planetare.

1490 Leonardo da Vinci inventează luneta astronomică.

1514 Apare *Commentariolus* (Micul Comentariu) în care sînt expuse pentru prima oară ideile lui Copernic.

1528 Jean Fernel face primele măsurări în Europa ale arcului de meridian.

1540 Apare *Narratio prima* în care Rhaeticus expune idei ale lui Copernic.

1543 Apare lucrarea fundamentală a lui Copernic *De Revolutionibus orbium coelestium.* Moartea lui Copernic.

1576 Tycho Brahe termină construirea observatorului său astronomic de la Uraniborg, pe insula Hven.

1577 Tycho Brahe și Michael Mästlin determină prima distanță pînă la o cometă, dovedind natura lor cosmică.

1582 15 oct. Se introduce în unele țări din Europa calendarul gregorian în cinstea papei Grigore al XIII-lea, sub îndrumarea științifică a astronomului Cristofer Clavius.

1584 Apare lucrarea *Despre infinitatea Universului și a lumilor* a filozofului italian Giordano Bruno.

1588 Apare lucrarea „De mundi aetherii..." a lui Tycho Brahe, în care acesta dezvoltă teoria sa originală a sistemului planetar.

1596 David Fabricius observă prima stea variabilă — Mira Ceti. Apare lucrarea lui Kepler „Prodomus..." în care susține teoria lui Copernic.

1601 Johann Kepler publică un catalog cu 1 005 stele.

1603 Apare atlasul stelar *Uranometria* al lui Johann Bayer, în care stelele strălucitoare sînt notate cu litere grecești.

1604 Apare cartea lui Kepler *Ad vitellionem paralipomena...* dedicată opticii.

1604—1608 Se reinventează luneta în Olanda.

1607 Kepler observă o pată solară, crezînd că este Venus în tranzit.

1609 Apare *Astronomia Nova* în care Kepler enunță primele două legi de mișcare a planetelor.

1609—1610 Primele descoperiri telescopice ale lui Galilei.

1610 Apare *Mesagerul stelelor* în care Galilei expune primele descoperiri făcute de el cu luneta (pete pe Soare, fazele lui Venus, 4 sateliți la Jupiter, munți și văi pe Lună și o puzderie de stele în Calea Lactee).

1610 Apare lucrarea lui Kepler *De Jovis Satellibus* în care dintr-o eroare întuește existența a doi sateliți la planeta Marte.

1611 Apare lucrarea lui Kepler *Dioptrice* în care descrie teoria lunetei. Johann Goldschmit Fabricius (fiul lui David), Galilei, Christof Scheiner și Thomas Harriot descoperă rotația Soarelui din observarea petelor.

1612 Apare prima hartă a Lunii în lucrarea lui La Galla. Simon Marius descrie imaginea telescopică a nebuloasei din Andromeda.

1613 Christof Scheiner construiește prima lunetă astronomică după schema lui Kepler și da Vinci (cu ocularul format dintr-o lentilă convergentă).

1614—1617 Willebrord Snell (Snellius) propune metoda triangulației.

1616 Niccolo Zucchi și Marin Mersenne inventează telescopul reflector.

1618 Ch. Scheiner construiește prima montură paralactică.

1619 În lucrarea *Harmonices mundi libri V* (Cinci cărți despre armoniile Lumii) Kepler publică legea a III-a a mișcării planetelor.

1627 Apar *Tabelele Rudolfine* ale lui Kepler, bazate pe observațiile lui Tycho Brahe.

1630 Ch. Scheiner descoperă rotația diferențială a Soarelui. În *Rosa Ursina*, volumul său, descrie observațiile făcute asupra Soarelui.

1631 Astronomul francez Pierre Gassendi observă prima trecere a lui Mercur pe discul Soarelui, prezis de Kepler în anul 1629.

1632 Apar *Dialoguri asupra principalelor sisteme ale lumii, Ptolemeic și Copernican* al lui Galilei.

1638 Johann Fockens Holwarda (Phocilides) descoperă periodicitatea variației strălucirii stelei Mira Ceti.

1639 Jeremia Horroks observă prima trecere a planetei Venus pe discul Soarelui și determină cu precizie paralaxa Soarelui (14″ față de 8″,8 cît se adoptă în prezent).

1641 Jan Hevelius construiește la Gdansk un observator astronomic.

1647 Apare *Selenografia* lui Jan Hevelius.

1650 Astronomul italian Giovanni Battista Riccioli din Bologna descoperă existența stelelor duble prin Mizar, ζ UMa.

1655 Christian Huygens descoperă pe Titan, cel mai mare satelit al lui Saturn.

1657 Huygens descoperă inelul planetei Saturn.

1659 Huygens efectuează primele determinări ale diametrelor unghiulare ale planetelor și primul desen al formațiunilor de pe Marte, care conține formațiunea „Syrtis Major".

1662 Isaac Newton efectuează primele experiențe de descompunere a luminii solare cu ajutorul prismei.

1663 Matematicianul scoțian James Gregory propune un nou tip de telescop, cu oglinda secundară concavă, elipsoidală.

1665 Astronomul amator englez Ball descoperă o diviziune în inelul lui Saturn.

1665—1666 Gian Domenico (ulterior Jean Dominique) Cassini descoperă rotația axială a planetelor Marte și Jupiter și determină perioadele respective.

1667 Adrian Auzout propune micrometrul filar și Jean Picard crucea cu fire reticulare.

1668 Isaac Newton realizează practic primul telescop reflector. Apare lucrarea *Cometografia* a lui Hevelius.

1671 Fondarea Observatorului astronomic din Paris, primul Observator de stat — primul director : G. D. Cassini ; acesta descoperă pe Japhet, un satelit al lui Saturn.

1672 ? Cassegrain (Franța) propune un nou sistem de telescop, cu oglinda secundară convexă, hiperboloidală. Geminiano Montanari din Padova observă steaua variabilă Algol (β Per), observație confirmată de Giovanni Domenico Maraldi și Gottfried Kirch. J. D. Cassini descoperă satelitul lui Saturn, Rhea.

1672—1675 J. D. Cassini, Jean Richer și J. Picard determină cu precizie paralaxa Soarelui (9″,5 față de 8″,8). Richer descoperă variația atracției gravitaționale cu latitudinea.

1675 Din ordinul regelui Carol al II-lea al Angliei se înființează Observatorul astronomic de la Greenwich — primul director și astronom regal John Flamsteed. J. D. Cassini descoperă „diviziunea lui

Cassini" din inelul lui Saturn. Ole Römer face prima determinare a vitezei luminii.

1679 Apare primul catalog stelar conținînd stelele cerului sudic, datorat astronomului englez Edmund Halley. J. Picard scoate în Franța publicația „Connaissance des Temps", prima efemeridă astronomică, care apare și azi.

1684 J. D. Cassini mai descoperă sateliții Thetis și Dione ai lui Saturn.

1687 J. Hevelius scoate un catalog cu 1 564 stele, coordonatele α și δ fiind date cu precizia de 2'. Apare lucrarea fundamentală a lui Newton *Principiile matematice ale filozofiei naturale*, în care este dedusă legea atracției universale.

1689 O. Römer realizează primul instrument meridian modern.

1692 A. A. Liubimov înființează la Holmogorî primul observator astronomic din Rusia.

1693 J. D. Cassini formulează trei legi de mișcare a Lunii.

1705 E. Halley, al doilea astronom regal, stabilește periodicitatea unei comete — cometa Halley.

1718 E. Halley descoperă mișcările proprii ale stelelor.

1722 John Hadley realizează primul telescop reflector mai mare (15 cm).

1725—1729 John Bradley, al treilea astronom regal, descoperă aberația luminii.

1731 Opticianul John Hadley realizează primul sextant, imaginat de Newton în anul 1669. John Bavis descoperă nebuloasa Crabul.

1731 Esprit Pézénas descoperă contralumina solară (Gegenschein).

1733 Vassenius face prima descriere științifică a protuberanțelor solare. Chester Moore Hall inventează luneta acromatică.

1747 J. Bradley descoperă nutația, fenomen care se suprapune precesiei.

1749 Jean Baptiste Delambre formulează teoria precesiei și nutației.

1750—1754 Nicolas Louis de Lacaille efectuează primele observații sistematice ale cerului sudic, scoțînd în 1763 un catalog cu 10 035 stele sudice.

1755—1772 Leonhard Euler elaborează teoria mișcării Lunii.

1755 Lacaille remarcă pe cerul sudic 42 pete nebulare. J. Bradley publică un catalog cu 3 268 stele cu o precizie de ordinul secundei de unghi. Apare ipoteza nebulară a filozofului Immanuel Kant.

1757 Alexis Clairaut efectuează prima determinare a masei planetelor.

1758 John Dollond realizează primul obiectiv acromatic.

1760 Apare lucrarea lui J. H. Lambert *Fotometria*, care, alături de lucrările lui P. Bouguer, constituie bazele astrofizicii.

1761 J. H. Lambert publică „Scrisori cosmologice" în care susține structura infinit-ierarhică a Universului. 26 mai — M. V. Lomonosov descoperă atmosfera planetei Venus în timpul trecerii din acel an a planetei peste discul Soarelui.

1761—1769 Prima cooperare astronomică internațională pentru determinarea paralaxei Soarelui prin observarea trecerii planetei Venus după metoda propusă de Halley în anul 1691 — rezultat 8",67.

1766 Nevil Maskelyne, al cincilea astronom regal (Nathaniel Bliss fusese al patrulea) inaugurează *The Nautical Almanac*, principala efemeridă britanică, care a apărut pînă în zilele noastre. Joseph Louis Lagrange emite teoria sateliților lui Jupiter.

1769 Alexander Wilson din Glasgow descoperă „efectul Wilson" (de adîncime) la petele solare.

1772 J. L. Lagrange dă o soluție particulară problemei celor trei corpuri.

1773 Pierre Simon de Laplace demonstrează stabilitatea mecanică a sistemului solar.

1774 N. Maskelyne efectuează prima determinare a masei și densității Pămîntului, din observarea abaterii firului cu plumb în apropierea unui munte. Johann Elert Bode scoate *Berliner astronomisches Jahrbuch*.

1775 Apare postum o lucrare a lui Johann Tobias Mayer consacrată Lunii.

1766—1772 Johann Daniel Titius și apoi Johann Elert Bode descoperă ceea ce azi numim „regula (sau

legea) Titius și Bode", care dă distanțele planetelor mari față de Soare.

1779 Christian Mayer publică primul catalog de stele duble.

1781 W. Herschel descoperă planeta Uranus cu un telescop mai mic. Charles Messier publică un catalog de „obiecte nebulare", conținînd 103 asemenea obiecte.

1782 W. Herschel publică un catalog cu 269 stele duble.

1782—1784 Amatorii englezi John Goodricke și Edward Pigott încep observarea sistematică a stelelor variabile.

1783 W. Herschel descoperă mișcarea sistemului solar în raport cu stelele din vecinătate și determină direcția acestei mișcări — apexul solar.

1784 Se descoperă variabilitatea stelei δ Cephei, reprezentantă tipică a unei întregi clase de variabile fizice.

1785 Prin cercetări asupra unor zone alese din Calea Lactee, W. Herschel apreciază pentru prima dată forma Galaxiei.

1786 E. Pigott alcătuiește primul catalog cu 12 stele variabile. W. Herschel publică primul catalog de nebuloase și roiuri stelare, cu circa 1 000 obiecte.

1787 W. Herschel descoperă pe Titania și Oberon, sateliți ai planetei Uranus.

1789 W. Herschel descoperă sateliții Mimas și Enceladus ai lui Saturn. Realizează telescopul de 122 cm diametru.

1794 Stepling din Cehia stabilește natura cosmică a meteoriților.

1795 Se înființează la Paris „Biroul de longitudini".

1796 Apare *Expunere a sistemului lumii*, în care P. S. Laplace dezvoltă ipoteza sa cosmogonică.

1797 H. M. W. Olbers desăvîrșește o metodă pentru calculul orbitelor cometelor.

1798 Henry Cavendish determină cu precizie mai mare, în urma unor experiențe celebre, masa și densitatea Pămîntului.

1799 Apar primele două volume din *Mecanica cerească* a lui Laplace.

1800 W. Herschel descoperă radiația infraroșie a Soarelui.

1801 1 ianuarie, Giuseppe Piazzi descoperă pe Ceres, prima și cea mai mare planetă mică.

1802 28 martie, W. H. M. Olbers descoperă pe Pallas, o nouă planetă mică. William Hyde Wollaston descoperă primele linii întunecate (de absorbție) în spectrul solar. P. S. Laplace determină paralaxa Soarelui (8",56) din inegalitatea paralactică a Lunii.

1804 Karl Hording descoperă pe Junona, o nouă planetă mică.

1807 Olbers descoperă pe Vesta, o nouă planetă mică.

1808 K. A. de Widmannstätten descoperă structura cristalină a fierului meteoritic și așa-numitele „figuri Widmannstätten".

1809 Karl Friedrich Gauss își publică metoda pentru determinarea orbitelor corpurilor cerești din trei observații. Jean Dominique François Arago observă polarizarea luminii Lunii și cometelor.

1814—1815 Joseph von Fraunhofer observă și descrie liniile de absorbție din spectrul solar, linii care-i poartă numele.

1817 J. Fraunhofer arată că Luna și planetele au același spectru cu Soarele, deoarece reflectă lumina lui.

1818 Apare volumul *Fundamentele astronomiei* a lui Friedrich Wilhelm Bessel, care conține și un catalog cu 3 220 stele, prin prelucrarea observațiilor lui Bradley. Jean Louis Pons descoperă cometa Encke.

1820 Se înființează Societatea regală londoneză de astronomie. Se înființează Observatorul astronomic de la Capul Bunei Speranțe.

1821 H. Ch. Schumacher începe editarea periodicului astronomic german „Astronomische Nachrichten", care apare și azi.

1822 Karl Ludwig Harding publică un *Nou atlas al cerului* în care pentru prima oară nu sînt reprezentate figurile alegorice ale constelațiilor.

1827 Începe apariția revistei astronomice engleze „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society", care apare și azi.

1830 Se înființează Observatorul astronomic din Moscova.

1833 D. Olmsted stabilește radianții meteorici și periodicitatea lor. David Brewster descoperă benzile telurice din spectrul solar.

1834 F. Bessel deduce lipsa atmosferei lunare din lipsa refracției luminii stelelor la bordul Lunii în timpul ocultațiilor.

1835—1839 Primele determinări reușite de paralaxe stelare (F. Bessel, V. Struve și Th. Henderson).

1836 Se înființează Observatorul Universității din Kazan, după planul lui N. I. Lobacevski.

1836 John Herschel efectuează primele măsurători fotometrice stelare.

1837 H. Olbers determină perioada de 33 de ani a curentului meteoric al Leonidelor.

1839 19 august. Se înființează Observatorul astronomic de la Pulkovo.

1839 Se înființează Observatorul astronomic Harvard (S.U.A.). Prima încercare de fotografiere a Lunii, efectuată de J. Daguerre.

1842 Se înființează Observatorul astronomic al marinei, din Washington. Christian Doppler descoperă fenomenul care-i poartă numele. Ch. Peters descoperă fenomenul variației latitudinilor.

1843 Apare lucrarea *Noua Uranometrie* a lui Fr. Argelander, un atlas și un catalog al stelelor vizibile cu ochiul liber.

1844 F. Bessel emite ideea existenței unor sateliți invizibili la stelele Sirius și Procyon. Astronomul amator Heinrich Samuel Schwabe descoperă periodicitatea activității solare.

1845 Se termină construirea Observatorului astronomic din Kiev. H. Fizeau și L. Foucault obțin daguerotipii ale Soarelui. William Parsons (Lord Rosse) termină construirea telescopului gigant de 182 cm diametru, cel mai mare din lume la acea dată, cu care descoperă structura spirală a unor nebuloase.

1846 septembrie 23. Johann Gottfried Galle de la Berlin descoperă planeta Neptun, nu departe de locul calculat de J. U. Le Verrier și J. C. Adams. William Lassell descoperă pe Triton, satelitul cel mai mare al lui Neptun. Observarea dedublării cometei Biela.

1847 V. I. Struve presupune existența absorbției interstelare a luminii.

1848 William Cranch Bond de la Harvard descoperă pe Hyperion, satelit al lui Saturn. Rudolf Wolf de la Zürich introduce „numărul relativ" al petelor solare (numărul Wolf).

1849 B. A. Gould fundamentează revista „Astronomical Journal", care apare și azi.

1850 Norman Robert Pogson stabilește scala actuală a mărimilor stelare. W. și J. Bond obțin primele fotografii astronomice reușite : Luna și steaua Vega.

1851 Este efectuat sub cupola Pantheonului din Paris celebra experiență cu pendulul de către Leon Foucault, care dovedește rotația axială a Pământului. W. Lassell descoperă pe Ariel și Umbriel, sateliți ai planetei Uranus. Alexander von Humboldt publică statistica lui Schwabe în vol. III din *Cosmos*.

1851—1852 J. Lamont, R. Wolf, E. Sabine și A. Gauthier descoperă legătura dintre activitatea solară și perturbațiile geomagnetice.

1854 T. Brorsen redescoperă lumina antisolară (Gegenschein).

1856 Justus von Liebig pune la punct metoda de argintare a sticlei.

1857 Warren de la Rue inventează fotoheliograful.

1858 Richard Christopher Carrington descoperă deplasarea petelor solare în latitudine.

1859 Carrington și Hodgeson observă prima erupție cromosferică în lumina albă.

1862 Apare catalogul stelar *Bonner Durchmusterung* (BD) sub îngrijirea lui F. Argelander, care conține 324 188 stele pînă la mărimea stelară 9,5.

1860—1863 Începuturile spectroscopiei stelare prin lucrările lui William Huggins (Anglia) și Angelo Secchi (Italia).

1860 A. Secchi şi W. de la Rue obţin fotografii reuşite ale coroanei şi protuberanţelor solare.

1861—1864 Friedrich Zöllner execută lucrări de fotometrie a stelelor şi planetelor dezvoltînd bazele astrofotometriei moderne.

1862 Alvan Clark descoperă satelitul lui Sirius, prezis de Bessel.

1862—1864 F. A. Bredihin elaborează teoria şi clasificarea cozilor cometare.

1863—1868 A. Secchi elaborează prima clasificare a spectrelor stelare.

1864 Se obţine spectrul unei nebuloase planetare din constelaţia Dragonul, ceea ce dovedeşte natura lor gazoasă. W. Huggins descoperă liniile de emisie verzi ale unui element necunoscut pe Pămînt, care capătă denumirea de „nebulium". G. B. Donati observă spectrele cometelor. J. Herschel publică *General Catalogue* (GC) care conţine 5 079 obiecte nebulare.

1866 Daniel Kirkwooh descoperă lipsa asteroizilor cu perioadele de revoluţie egale cu 1/2 şi 1/3 din perioada de revoluţie a lui Jupiter — aşa-numitele „goluri ale lui Kirkwood".
Giovanni Virginio Schiaparelli descoperă identitatea orbitelor unor curenţi meteorici cu a unor comete.

1868 Jules Janssen în Franţa şi Norman Lockyer în Anglia imaginează o metodă pentru observarea protuberanţelor solare în afara eclipselor totale de Soare — spectroscopul de protuberanţe. Joseph Norman Lockyer descoperă heliul în Soare. W. Huggins măsoară primele viteze radiale ale stelelor prin metode spectroscopice.

1870 Charles Augustus Young observă spectrul fulger şi stratul inversant al Soarelui.

1871 Se înfiinţează Observatorul astronomic din Odessa.

1872 Se înfiinţează Observatorul astronomic din Arcetri (Italia). Henry Draper obţine primul spectru stelar pe placa fotografică pentru steaua Vega. Observarea ploii de stele căzătoare produsă de cometa Biela.

1873 Se înfiinţează Observatorul astronomic din Taşkent.

1876—1884 Apar cataloagele stelare fotometrice ale lui Edward Charles Pickering şi Vitold Karlovici Ţeraski.

1877 Asaph Hall descoperă cei doi sateliţi ai planetei Marte. G. V. Schiaparelli descoperă „canalele marţiene" — de fapt le „redescoperă".

1878—1883 A. Ritter încearcă prima teorie a structurii interne a Soarelui.

1879—1881 George Howard Darwin elaborează teoria mareelor.

1881 William Strutt (Lord Rayleigh) elaborează teoria difuziei luminii în atmosferă, explicînd culoarea albastră a cerului. Se înfiinţează Observatorul astronomic al Universităţii din Petersburg.

1884 În urma unei conferinţe ţinute în S.U.A. se adoptă, în 26 de ţări, convenţia fuselor orare.

1885 V. K. Ţeraski descoperă norii argintii. Se observă, de către K. E. Hartwig, prima erupţie a unei stele din altă galaxie.

1885—1891 F. Küstner şi S. Chandler descoperă periodicitatea mişcării polilor tereştri prin observaţii astronomice.

1887 Apare *Canonul eclipselor* al lui Th. Oppolzer, care conţine 8 000 de eclipse pentru perioada 1208 î.e.n.-2163 e.n. Camille Flammarion înfiinţează Societatea Astronomică a Franţei (SAF). Încep lucrările iniţiate de fraţii Paul şi Prosper Henry pentru realizarea unei hărţi fotografice a cerului. D. I. Mendeleev observă o eclipsă de Soare din balon.

1888 Se înfiinţează Observatorul astronomic Lick, pe Mount Hamilton, California, S.U.A. Apare *New General Catalogue* (NGC) al lui J. L. Dreyer, care conţine 13 226 nebuloase. H. A. Rowland editează un atlas al spectrului solar, care conţine circa 20 000 de linii.

1889 E. S. Holden înfiinţează Societatea Astronomică a Pacificului. Anne Maury şi E. C. Pickering în S.U.A. şi H. C. Vogel şi Scheiner în Germania descoperă stelele duble spectroscopice.

1890 Se înființează Societatea Astronomică din Rusia.

1891 Se inventează spectroheliograful de către G. E. Hale (S.U.A.) și H. Deslandres (Franța).

1892 Edward Emerson Barnard descoperă satelitul Jupiter V, denumit de G. Flammarion „Amalthea". Același Barnard descoperă prima cometă pe cale fotografică.

1894 Aristarh Apollonovici Belopolski obține dovezi spectrale asupra structurii meteorice a inelelor lui Saturn. Belopolski descoperă periodicitatea vitezelor radiale la cefeide. Apare primul *Calendar astronomic* sub egida Societății Astronomice Ruse.

1895 George Ellery Hale și James Edward Keeler înființează „Astrophysical Journal", care apare și azi. V. K. Țeraski determină limita inferioară a temperaturii Soarelui (3 500°). S. Bailli descoperă stele variabile în roiurile stelare globulare. A. A. Belopolski și J. E. Keeler dovedesc spectroscopic constituția meteoritică a inelelor lui Saturn.

1896 Se precizează valoarea paralaxei Soarelui la 8",80. Maurice Loewy și Pierre Henry Pulseux încep întocmirea atlasului fotografic al Lunii la Observatorul astronomic din Paris.

1897 Se înființează Societatea Astronomică Americană. Se fundamentează Observatorul astronomic Yerkes al Universității din Chicago, la care se instalează cel mai mare refractor din lume, operă a celebrului Alvan Clark (102 cm diametru).

1898 William Henry Pickering descoperă al nouălea satelit al lui Saturn — Phoebe. Nickols (S.U.A.) efectuează primele determinări ale temperaturilor stelare. Apar *Metode noi ale mecanicii cerești* de H. Poincaré. De Witt descoperă asteroidul Eros. Se înființează Observatorul astronomic de la Ondrejov, Cehoslovacia. La 14 iunie W. Pauly (București) descoperă cometa 1898 c, la numai 5 zile după Coddington (Lick).

1896—1900 Jacobus Kapteyn și David Gill publică un catalog cu 454 875 stele.

1899 Se înființează Serviciul Internațional de Latitudini. W. F. Wislicenus înființează „Astronomischer Jahresbericht", primul îndreptar bibliografic al astronomiei mondiale.

1900 F. R. Moulton și Th. C. Chamberlain elaborează ipoteza cosmogonică planetezimală.

1901 Anne Jump Cannon elaborează clasificarea spectrală a stelelor, zisă „de la Harvard".

1903 V. K. Țeraski determină pentru prima dată magnitudinea Soarelui. Se construiește telescopul solar „Snow" de la Observatorul Yerkes.

1903—1905 Alexei Pavlovici Ganski determină timpul de viață și viteza granulelor solare.

1904 G. E. Hale înființează Observatorul astronomic Mount Wilson, California, S.U.A. Se înființează Uniunea Internațională pentru observarea Soarelui. Easton afirmă că nebuloasele spirale sînt alte galaxii. Johannes Frantz Hartmann descoperă liniile staționare ale calciului din spectrul stelei δ Orionis, deducînd existența norilor de calciu interstelari. Jacobus Cornelius Kapteyn emite teoria celor „două curente stelare". Charles Dillon Perrine descoperă al șaselea satelit al lui Jupiter.

1905 Ch. D. Perrine descoperă al șaptelea satelit al lui Jupiter. Apare primul catalog general de stele duble (13 650 obiecte) scos de Sherburne Wesley Burnham. Danezul Ejnar Hertzsprung și americanul Henry Norris Russell descoperă deosebirea dintre stelele pitice roșii și gigantele roșii, care va duce la alcătuirea diagramei „spectru-luminozitate" sau diagrama HR.

1906 Karl Schwarzschild elaborează teoria echilibrului radiativ al atmosferelor stelare. J. C. Kapteyn propune planul „ariilor alese" (selected areas) pentru studiul structurii sistemului nostru stelar — Galaxia.

1906—1907 Joel Stebbins efectuează primele înregistrări fotoelectrice, punînd bazele electrofotometriei astronomice.

1907 Victor Anestin scoate la București revista astronomică „Orion". Robert Emden elaborează teoria stelelor politropice.

1908 Se înființează Observatorul astronomic din București — primul director: Nicolae Coculescu. Se

înființează la Simeiz o filială a Observatorului din Pulkovo, care după 1945 devine Observatorul astrofizic din Crimeea al Academiei U.R.S.S. Se înființează Societatea Astronomică Română „C. Flammarion". G. E. Hale descoperă cîmpul magnetic al petelor solare. F. Melotte descoperă al VIII-lea satelit al lui Jupiter. Henrietta Swan Leavitt de la Harvard descoperă relația „perioadă-luminozitate" la cefeide. La Mount Wilson se instalează un telescop de 150 cm diametru.

1908—1909 Gavril Adrianovici Tihov începe folosirea filtrelor colorate de lumină în astronomie și descoperă absorbția interstelară selectivă a luminii.

1909 Descoperirea efectului Evershed la petele solare.

1908—1910 A. I. Orlov studiază mareele lunare asupra scoarței terestre.

1910 Se înființează Observatorul astrofizic în Victoria, Canada.

1910—1912 K. Schwarzschild publică primul catalog de stele cu magnitudinile determinate fotografic.

1911—1912 Apare diagrama HR, de o mare importanță pentru evoluția stelară.

1912 La Mount Wilson se instalează cel mai mare telescop turn (45 m înălțime) solar din acea vreme. Vesto Melvin Slipher face primele determinări de viteze radiale ale nebuloaselor spirale. H. N. Russell elaborează teoria stelelor duble cu eclipsă. Pe lîngă Observatorul din Paris se înființează „Biroul Internațional al Orei".

1913 Se înființează Observatorul astronomic din Iași: primul director — Constantin Popovici. G. E. Hale descoperă variabilitatea polarității petelor solare cu ciclul activității solare.

1914 E. W. Brown descoperă variația seculară și neregularitățile în viteza de rotație axială a Pămîntului din inegalitățile din mișcarea Lunii și planetelor. S. B. Nicholson descoperă al IX-lea satelit al lui Jupiter. Walter Sidney Adams și A. Kolschütter elaborează metoda paralaxelor spectroscopice. V. G. Fesenkov realizează prima cercetare fotometrică a luminii zodiacale și studiază distribuția prafului interplanetar. Harlow Shapley și

Arthur Stanley Eddington elaborează teoria pulsației cefeidelor.

1915 Albert Einstein prezice devierea luminii cu 1",75 la marginea discului solar. W. S. Adams descoperă prima pitică albă — Sirius B.

1916 A. S. Eddington începe cercetarea teoretică a structurii interne a stelelor.

1917 A. Einstein propune primul model cosmologic — Universul omogen și izotrop, staționar. J. Ritchey și H. Curtis descoperă nove în nebuloasele spirale.

1918 La Observatorul Mount Wilson este instalat reflectorul Hocker de 250 cm diametru, care pînă în anul 1949 va fi cel mai mare telescop din lume. Harlow Shapley determină distanța de la Soare la centrul Galaxiei — 30 000 ani lumină — și propune un model al Galaxiei.

1919 Pe baza Uniunii Internaționale pentru cercetarea Soarelui se creează Uniunea Astronomică Internațională (UAI) — primul președinte fiind Benjamin Baillaud. Fizicianul Jean Perrin propune ca sursă a energiei stelare transformarea hidrogenului în heliu. A. S. Eddington și A. Crommelin verifică devierea luminii în cîmp gravitațional, găsindu-se o concordanță bună cu teoria lui Einstein.

1920 A. A. Michelson și F. Pease măsoară cu interferometrul primul diametru stelar la Betelgeuse.

1920—1925 Meg Nad Saha elaborează teoria ionizării atomilor, iar H. N. Russell, A. Milne și C. Payne o aplică la atmosferele stelare.

1922 A. A. Friedman găsește prima soluție nestaționară a ecuațiilor cîmpului gravific ale lui Einstein și elaborează un model cosmologic nestaționar. Primul congres al UAI la Roma.

1923—1924 E. Hertzsprung, H. N. Russell și A. S. Eddington stabilesc relația „masă-luminozitate" pentru stele. Edwin Powell Hubble descompune în stele zonele marginale ale nebuloasei din Andromeda, stabilind astfel natura extragalactică a nebuloaselor spirale.

1923 Se deschide primul planetariu al firmei Carl Zeiss.

1924 V. G. Fesenkov fundează revista „Astronomiceski Jurnal", care apare și azi. Lundmark și Wirtz folo-

sesc „deplasarea spre roșu" pentru determinarea distanțelor extragalactice.

1925 Se înființează Observatorul astronomic Mount Stromlo, lîngă Camberra, Australia. E. P. Hubble elaborează clasificarea nebuloaselor spirale după forma lor — „clasificarea diapazon".

1926 B. Lindblad (Suedia) formulează teoria rotației Galaxiei și apreciază perioada ei de rotație.

1926—1933 H. Zanstra, D. H. Menzel și V. A. Ambarțumian elaborează teoria fizică a nebuloaselor gazoase.

1927 Jacob Hendrik Oort descoperă rotația diferențială a Galaxiei. Ira Sprague Bowen identifică liniile „nebuliului" din spectrele nebuloaselor cu liniile interzise ale oxigenului și azotului.

1928 Grigori Abramovici Șain (U.R.S.S.) și Otto Struve (S.U.A.) elaborează metoda spectrală pentru studiul rotației stelelor.

1929 E. P. Hubble descoperă legea „deplasării spre roșu" a liniilor din spectrele nebuloaselor extragalactice: expansiunea Universului. John Strong (S.U.A.) elaborează metoda de aluminizare a oglinzilor de telescop prin vaporizare în vid.

1930 Robert Trumpler (S.U.A.) stabilește cu siguranță existența absorbției interstelare a luminii. Clyde William Tombaugh descoperă pe Pluton.

1931 Bernhard Schmidt (Germania) realizează telescopul catadioptric cu placă corectoare asferică, care-i poartă numele. Bernard Lyot (Franța) construiește primul coronograf, cu care fotografiază coroana solară în afara eclipselor totale de Soare. Karl Guthe Jansky descoperă radioradiația cosmică de origine galactică. Hubble și Humason determină constanta lui Hubble H găsind valoarea de 540 km/s/Mps.

1932 Se înființează Asociația Unională de Astronomie și Geodezie (U.R.S.S.). Boris Alexandrovici Voronțov-Veliaminov elaborează o metodă de determinare a distanțelor nebuloaselor planetare. Apare Noul Catalog General de Stele Duble (ADS) al lui Robert Grant Aitken cu 17 200 obiecte.

1933 Se înființează noul Observator astronomic din Cluj.

1934 Fritz Zwicky, Walter Baade și Rudolph Minkowski încep studiul supernovelor. W. Baade și F. Zwicky emit ipoteza apariției stelelor neutronice în urma exploziei supernovelor.

1937 Grotte Reber construiește primul radiotelescop din lume de 9 m diametru. Hannes Alfvén presupune existența unui cîmp magnetic al Galaxiei. Gerard Peter Kuiper folosește diagrama HR a roiurilor stelare deschise pentru studiul evoluției stelare. Erik Holmberg publică un catalog de galaxii duble și multiple. Apare General Catalogue (GC) al lui Boss, cu 33 342 stele. F. Zwicky descoperă galaxiile compacte.

1937—1940 G. Gamow elaborează prima teorie a evoluției stelare bazată pe reacțiile termonucleare.

1938 S. B. Nicholson descoperă al X-lea satelit al lui Jupiter. Rupert Wildt găsește că absorbția în atmosferele stelare se datorește ionului de hidrogen negativ. J. Plaskett și J. Pearce descoperă rotația galactică a gazului interstelar.

1938—1939 Hans Bethe, Charles Critchfield și Carl von Weizsäcker imaginează reacțiile termonucleare de fuziune a hidrogenului.

1939 Se înființează Observatorul astronomic Mac Donald, la Fort Dawis, Texas, S.U.A.

1939—1942 H. Alfvén realizează o serie de lucrări fundamentînd electrodinamica cosmică.

1940 G. A. Șain studiază izotopul C^{13} din atmosferele stelelor. Bengt Strömgren folosește metoda modelelor în studiul atmosferelor stelare. Andrew Mac Kellar descoperă molecule în spațiul interstelar prin spectroscopie optică. Apare „Atlasul fotometric al spectrului solar" de M. Minnaert, D. Mulders și J. Houtgast.

1940—1945 Pavel Petrovici Parenago elaborează o metodă nouă pentru studiul absorbției interstelare a luminii.

1941 D. D. Maksutov inventează telescopul cu menisc.

1942 Bengt Edlen identifică liniile „coroniului" cu linii interzise ale atomilor de Ca, Fe, Ni, de multe ori

ionizați. N. U. Mayall și J. H. Oort arată că Nebuloasa Crab este o rămășiță a supernovei din anul 1054. Pol Swings propune un mecanism pentru explicarea luminii cometelor, bazat pe fluorescența radiației solare.

1942—1944 Soutwort, Hey și Reber descoperă radioradiația Soarelui.

1942—1949 B. V. Kukarkin împarte stelele din Galaxie în mai multe subsisteme.

1943 Victor Daimaca, profesor de matematică și astronom amator de la Tîrgu Jiu, descoperă două noi comete. Carl Seyfert descoperă galaxiile care-i poartă numele.

1944 Walter Baade împarte stelele în două grupe de „populație stelară". Hendric van de Hulst prezice existența radioliniei de 21 cm a hidrogenului neutru. Otto Iulievici Schmidt emite ipoteza sa cosmogonică.

1945 J. Hey și J. Stewart realizează radiolocația meteorilor.

1946 Înființarea Observatorului astronomic de la Biurakan, R.S.S. Armeană. Radiolocația Lunii în S.U.A. și Ungaria. Descoperirea radioradiației Lunii. J. Pawsey și M. Ryle construiesc primul radiointerferometru. G. Gamow elaborează teoria „Universului fierbinte" (Big Bang). G. P. Kuiper obține spectrele infraroșii la planete și stele. F. Zwicky realizează meteori artificiali. Cu rachete se înregistrează spectrul X și ultraviolet al Soarelui.

1947 Înființarea Observatorului astronomic de pe Mount Palomar. H. Babcock descoperă cîmpul magnetic al stelelor. Bart J. Bok descoperă globularele. V. A. Ambarțumian descoperă asociațiile de stele.

1948 La Observatorul Mount Palomar se instalează un telescop Schmidt cu placa corectoare de 122 cm diametru. G. P. Kuiper descoperă pe Miranda, satelit al lui Uranus. V. B. Nikonov, A. A. Kaliniak și V. I. Krasovski obțin fotografii în infraroșu ale părților centrale ale Galaxiei. I. S. Șklovski arată fundamentele teoretice ale posibilității recepționării radioliniei de 21 cm a hidrogenului neutru. W. Hiltner, J. Hall și V. A. Dombrovski descoperă polarizarea interstelară a luminii. Richard Tousey descoperă radiația X a coroanei solare cu ajutorul rachetelor geofizice.

1949 La Observatorul Mount Palomar este dat în exploatare reflectorul gigant de 508 cm diametru, care pînă în anul 1975 a fost cel mai mare din lume. G. P. Kuiper descoperă pe Nereida, satelitul mai mic al lui Neptun.

1949—1953 I. S. Șklovski arată posibilitatea observării în gama radio a liniilor provocate de radicalii OH, CH, și alții. G. A. Șain și V. F. Gaze descoperă un mare număr de nebuloase gazoase. W. Baade descoperă asteroidul Icar.

1950 R. Hanbury-Brown și K. Hazard identifică o radiosursă cu o galaxie. H. Alfvén și N. Herlofson propun mecanismul de sincrotron pentru explicarea radiației radio a surselor discrete.

1951 S. B. Nicholson descoperă al XII-lea satelit al lui Jupiter. E. M. Purcell și H. Ewen (S.U.A.) descoperă linia de 21 cm în radioradiația cosmică; se deduce structura spirală a Galaxiei. H. Lalemand construiește prima cameră electronică.

1952 André Danjon inventează astrolabul cu prismă impersonal. W. Baade propune revizuirea scalei distanțelor extragalactice. H. D. și H. W. Babcock construiesc un magnetograf solar. P. W. Merill descoperă linii ale tehnețiului în spectrul unor stele roșii și reci.

1953 Walter Baade și Rudolph Minkowski identifică prima radiosursă discretă.

1954 Audoin Dollfus inaugurează observațiile din baloane. V. A. Dembrovski descoperă polarizarea puternică a luminii radiate de nebuloasa Crab.

1955 K. Franklin și F. Burke descoperă radioradiația lui Jupiter.

1956 Se descoperă radioradiația cometei Arend Roland și a planetei Venus. R. Hanbury-Brown măsoară diametrul stelei Sirius cu un interferometru optic. Se termină construcția marelui radiotelescop de la Pulkovo. Se înființează la Green Bank Observatorul Radioastronomic Național al S.U.A. (NRAO). Se introduce secunda efemeridelor.

C-da 152 coala 13

1957 Allan Rex Sandage efectuează o nouă revizuire a scalei distanţelor extragalactice. La Jodrell Bank (Marea Britanie) intră în exploatare radiotelescopul paraboloidal azimutal de 76 m diametru. La 4 octombrie, U.R.S.S. lansează primul satelit artificial al Pămîntului.

1957—1958 Anul Geofizic Internaţional.

1958 Se înfiinţează COSPAR (Comitetul pentru cercetări spaţiale). N. A. Kozîrev descoperă spectroscopic o activitate în craterul Alfons de pe Lună. James Alfred Van Allen descoperă centurile de radiaţie ale Pămîntului, care-i poartă numele. V. A. Ambarţumian formulează ideea activităţii nucleelor galaxiilor.

1959 Încep construcţiile la Observatorul Naţional American de la Kitt Peak, Arizona. În S.U.A. se realizează radiolocaţia Soarelui. „Luna 3" realizează primele fotografii ale feţei invizibile a Lunii.

1960 Se înfiinţează Observatorul astrofizic Şemaha din Azerbaidjan. La Tautenburg se instalează cel mai mare telescop Schmidt din lume, cu placa corectoare de 134 cm diametru. La Observatorul din Serpuhovo se instalează un radiotelescop de 22 m.

1961 Se instalează la Observatorul astrofizic din Crimeea telescopul Şain de 260 cm diametru, cel mai mare din Europa la acea dată. La Observatorul astrofizic Biurakan se instalează un telescop Schmidt cu placa corectoare de 1 m diametru. Se instalează la Observatorul astronomic din Iaşi un refractor Coudé de 15 cm diametru. Se descoperă radiaţia cosmică γ (S.U.A.). Se determină în U.R.S.S., S.U.A. şi Marea Britanie distanţa pînă la Venus prin radiolocaţie. 12 aprilie: Iuri Alexeevici Gagarin face primul zbor cosmic orbital. K. Kordyewski (Polonia) descoperă sateliţii pulverulenţi ai Pămîntului din punctele de libraţie.

1962 Se înfiinţează Observatorul astronomic al Universităţii din Timişoara. Se descoperă prima sursă X galactică — Sco X-1.

1963 Maarten Schmidt descoperă quasarii. Se descoperă radioliniile hidroxilului interstelar.

1964 Anthony Hewish descoperă scintilaţia radiosurselor. La Observatorul astronomic al marinei din Flagstaff (Arizona) se instalează primul telescop astrometric cu oglinda din cuarţ topit de 154 cm.

1965 Se descoperă radioradiaţia remanentă cu temperatura de 2,7 K, care confirmă ipoteza „Universului fierbinte" (A. Penzias şi R. Wilson — premiul Nobel). A. R. Sandage descoperă quasagii. Se determină perioada de rotaţie a lui Mercur prin antena de 300 m diametru de la Arecibo — Porto Rico, se găseşte o perioadă de 59,3 zile terestre.

1966 A. Dollfus descoperă pe Janus, al X-lea satelit al lui Saturn. Prin radiolocaţie se stabileşte perioada de rotaţie a lui Venus la 243,16 zile terestre.

1967 Instituirea timpului atomic şi a secundei atomice.

1967 J. S. Bell, A. Hewish şi alţii descoperă pulsarii la radioobservatorul „Mullard" (Cambridge, M. Brit.)

1968 Prin metode radioastronomice se descoperă molecule în spaţiul interstelar.

1969 Se descoperă radiolinia apei la o sursă extragalactică. 20 iulie: aselenizarea navei „Apollo 11" — primii oameni pe Lună. Fuzionarea observatoarelor Mount Palomar şi Mount Wilson, formînd Observatorul „G. E. Hale".

1970 J. King descoperă polarizarea rotatorie a luminii unei stele pitice albe.

1973 Sonda automată „Pioneer 10" transmite imagini ale planetei Jupiter. Se instalează un telescop de 4 m la Observatorul Kitt Peak, Arizona, S.U.A.

1974 „Mariner 10" descoperă cratere pe Mercur şi urme de atmosferă. Charles T. Kowal descoperă satelitul al XIII-lea al lui Jupiter. Se instalează un telescop de 4 m diametru, la Cerro Tololo, în Chile.

1975 Se dă în exploatare cel mai mare telescop reflector, cu oglinda de 6 m diametru şi cu montură azimutală la Observatorul astrofizic Zelenciukskaia din munţii Caucaz (U.R.S.S.). Se mai instalează un telescop de 3,9 diametru la Syding Spring (Australia) şi de 2,6 m diametru la Biurakan.

1976 „Viking 1 şi 2" coboară lin pe Marte fără a găsi viaţă. Se dă în exploatare radiotelescopul „RATAN 600" în munţii Caucaz. Se instalează un tele-

scop optic de 3,6 m diametru pe muntele La Silla, în Chile. A. B. Severnîi și colaboratorii descoperă oscilația Soarelui cu perioada de 2 h și 40 min.

1977 Prin observarea ocultației stelei SAO 158687 se descoperă inelele din jurul planetei Uranus.

1978 La Observatorul astrofizic Smithsonian se dă în exploatare un telescop multioglindă (MMT), cu 6 oglinzi de 1,8 m diametru. James Christy descoperă cu ajutorul telescopului astrometric de la Flagstaff satelitul planetei Pluton.

1979 Pe muntele Mauna Kea, Hawaii, se instalează, la 4 178 m altitudine, un telescop de 3,6 m diametru, canado-franco-hawaian, pentru radiații infraroșii, un altul de 3,1 m american și unul de 3,8 m englez. „Voyager" descoperă inele în jurul lui Jupiter.

1980 La Calar Alto, în sudul Spaniei, s-a instalat un telescop de 3,6 m diametru, al Observatorului astrofizic „Max Planck" (R.F.G.).

1980 La Tucson, cu telescopul de 1,5 m diametru se descoperă o atmosferă de metan la Pluton.

1981 Susan Wyckoff și P. A. Wehinger descoperă la unii quasari un halou la limita de detecție.

1982 octombrie. Redescoperirea cometei Halley cu telescopul de 5 m diametru de la Mount Palomar.

1983 O nouă determinare a masei Galaxiei de $1{,}4 \cdot 10^{12}$ mase solare; La 4 martie, prin observarea fotoelectrică a ocultației unei stele slabe se descoperă la asteroidul Pallas o atmosferă; cu satelitul IRAS se descoperă probabile sisteme planetare la stelele Vega și Fomalhaut; în octombrie astrofizicienii americani S. Chandrasekhar și W. Fowler primesc Premiul Nobel pentru fizică.

1984 Se descoperă cea mai îndepărtată stea din Galaxie — o gigantă roșie de 18^{m} în constelația Balanța, la 400 000 ani lumină.

1985 octombrie — are loc interceptarea cometei Giacobini Zinner de o navă spațială americană.

1986 ianuarie — „Voyager 2" descoperă 10 noi sateliți la planeta Uranus și noi inele; martie — astronave sovietice, europene și japoneze interceptează cometa periodică Halley (nucleul pare a fi lung de 11 km și subțire de 1—2 km, de formă neregulată).

Andonie George Șt., 1971, *Istoria matematicilor aplicate clasice din România*, Edit. Academiei R.S. România.

Ball Robert S., 1906, *Great astronomers*, Pitman.

Boiu Alexandru A., 1982, *Celebrități ale științei*, Edit. Litera.

Butman Günther, 1971, *William Herschel*, Ed. Științifică.

Cistiakov V. D., 1969, *Povestiri despre astronomi*. Edit. „Vîssaia școla" Minsk (lb. rusă).

Cișman Al., 1956, *Fizica generală* (vol. I), Edit. Tehnică.

Colectiv, 1979, *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale*. Edit. Științifică și Enciclopedică.

Colectiv, 1970—1976, *Istoria generală a științei* (4 vol., sub red. lui R. Taton). Edit. Științifică.

Colectiv, 1977, *Personalități ale științei* — mic dicționar. Edit. Științifică și Enciclopedică.

Colectiv, 1977, *Dicționar de astronomie și astronautică*. Edit. Științifică și Enciclopedică.

Cosma Doru, 1982, *Socrate, Bruno Galilei — în fața justiției*. Edit. Sport-Turism.

Cuny Hilaire, 1968, *Camille Flammarion*. Edit. Științifică.

Diogenes Laertios, 1963, *Despre viețile și doctrinele filozofilor*. Edit. Academiei R.P. România.

Engels Fr., 1966, *Dialectica naturii*. Edit. Politică.

Frackfurt U. I. și Frank A. M., 1970, *Christian Huygens*. Edit. Științifică.

Galileo Galilei, 1962, *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*. Edit. Științifică.

Ghinsburg V. L., 1972, *Astrofizica contemporană*, Edit. Științifică.

Golin G. M., 1981, *Clasicii științelor fizice*, Edit. „Vîssaia școla", Minsk.

Iuskevici A. P., 1963, *Istoria matematicii în evul mediu*. Edit. Științifică.

Kolcinski I. G., Corsun A. A., Rodrighez M. G., 1977, *Astronomi.* Kiev.
Kuhn Thomas S., 1982, *Tensiunea esențială.* Edit. Științifică și Enciclopedică.
Kulikovski P. G., 1971, *Îndreptarul astronomului amator.* Moscova.
Lăzărescu George, 1982, *Galileo Galilei — dialog cu planetele.* Edit. Albatros.
Ley Willy, 1968, *Observatorii cerului.* Edit. Tineretului.
Lipsom Henry S., 1973, *Experiențe epocale în fizică.* Edit. Enciclopedică.
Merrill Paul W., 1956, *Lines of the chemical elements in astronomical spectra.* Washington, D. C.
Neugebauer O., 1957, *The exact sciences in antiquity.* N.Y.
Newton Isaac, 1956, *Principiile matematice ale filozofiei naturale.* Edit. Academiei R.P. România.
Perel I. G., 1964, *Dezvoltarea concepțiilor despre Univers.* Edit. Științifică.
Rusinek Michal, 1973, *Pe urmele lui Copernic.* Edit. Albatros.
Rybka Eugenius, 1974, *Patru secole de dezvoltare a gîndirii copernicane.* Edit. Științifică.
Simon Tony, 1962, *The search for planet X.* Basic Books, N.Y.
Struve Otto, Zebergs Velta, 1962, *Astronomy of the 20th Century,* N.Y.
Szerkowicz Jerzy, 1972, *Nicolas Copernic.* PWN, Warszawa.
Ștefan I. M., Ionescu-Vlăsceanu Victor, 1968, *Momente și figuri din istoria astronomiei românești.* Edit. Științifică.
Teodorescu N., Chiș Gh., 1982, *Cerul, o taină descifrată.* Edit. Albatros.
Vavilov S. I., 1962, *Isaac Newton.* Edit. Științifică.
Vorontov-Veliaminov B. A., 1956, *Eseuri de istoria astronomiei în Rusia.* Moscova (lb. rusă).
Vorontov-Veliaminov B. A., 1960, *Eseuri de istoria astronomiei în U.R.S.S.* Moscova (lb. rusă).
Vsehsviatskij S. K., 1958, *Caracteristicile fizice ale cometelor.* Moscova (lb. rusă).

CUPRINS

Introducere 5
Germenele heliocentrismului și Aristarh din Samos 15
Precesia echinocțiilor și Hiparh din Niceea 17
Consolidarea teoriei geocentrice și Claudiu Ptolemeu 20
Cataloagele stelare și Muhammed Taragai Ulugbek 23
Revoluția în știința despre lume și Nicolaus Copernic 27
Astronomia modernă și Tycho Brahe 31
Introducerea lunetei în astronomie și Galileo Galilei 35
Legile mișcării planetelor și Johann Kepler 39
Observatorul din Paris și Gian Domenico Cassini 41
Inelele lui Saturn și Cristian Huygens 44
Atracția universală și Isaac Newton 46
Viteza luminii și Ole Römer 51
Observatorul Greenwich și John Flamsteed 53
Periodicitatea cometelor și Edmund Halley 54
Aberația luminii și James Bradley 58
Începuturile astrofizicii și Pierre Bouguer 61
Rețeaua de difracție și David Rittenhouse 64
Astronomia stelară și William Herschel 65
Cosmogonia planetară și Pierre Simon de Laplace 71
Planetele mici și Heinrich Olbers 73
Cometele și Jean Louis Pons 75
Astronomia matematică și Carl Friedrich Gauss 77
Paralaxele stelare și Friedrich Wilhelm Bessel 78
Observatorul Pulkovo și V. I. Struve 80
Stelele variabile și Friedrich Wilhelm Argelander 84
Descoperirea lui Neptun și Urbain J. J. Le Verrier 85
Astrospectroscopia și Angelo Secchi 88
Teoria cozilor cometare și Fiodor Aleksandrovici Bredihin 90
Canalele marțiene și Giovanni Virginio Schiaparelli 93
Heliofizica și Joseph Norman Lockyer 94
Astronomia populară și Camille Nicolas Flammarion 97
Fotometria stelară și Edward Charles Pickering 98
Spectrele moleculare și Henri Alexandre Deslandres 101
Rotația stelelor și Aristarh Apollonovici Belopolski 102

Planeta Marte și Percival Lovell 105
Telescoapele moderne și George Willis Ritchey 108
Materia interstelară și Johannes Franz Hartmann 110
Magnetismul solar și George Ellery Hale 112
Diagrama H-R și Ejnar Hertzsprung 114
Relativitatea generală și Karl Schwarzschild 117
Piticele albe și Walter Sidney Adams 119
Diagrama H-R și Henry Norris Russell 120
Cosmogonia modernă și James Hopwood Jeans 122
Structura internă a stelelor
și Arthur Stanley Eddington 124
Materia interplanetară
și Vasili Grigorievici Fesenkov 126
Expansiunea Universului și Edwin Powell Hubble 128
Scara distanțelor extragalactice și Walter Baade 131
Ionizarea materiei stelare și Megh Nad Saha 133
Coronograful solar și Bernard Lyot 135
Roiurile de galaxii și Fritz Zwicky 136
Rotația Galaxiei și Jan Hendrik Oort 139
Astrofizica modernă și Donald Howard Menzel 140
Seria alb-albastră și Boris Aleksandrovici Vorontov-
Veliaminov 142
Sistemul solar și Gerard Peter Kuiper 144
Falsa planetă Pluton și Clyde William Tombaugh 147
Nucleele cometare și Fred Lawrence Whipple 151
Explozia nucleelor galactice
și Victor Amazaspovici Ambarțumian 153
Subsistemele Galaxiei
și Boris Vasilievici Kukarkin 154
Radioastronomia și Grotte Reber 156
Evoluția stelară și Martin Schwarzschild 159
Cosmologia modernă și Fred Hoyle 161
Sateliții artificiali ai planetei Marte
și Iosif Șklovski 163
Radiointerferometria și Martin Ryle 166
Radiolinia de 21 cm și Hendrick van de Hulst 168
Pulsarii și Anthony Hewish 169
Lista cronologică a principalelor
descoperiri astronomice 172
Bibliografie 197